

# Estudi de la genètica i l'hàbitat de quatre poblacions de liró gris (*Glis glis*) a la península Ibèrica

Laura Pèrez Noguera

Sara del Valle Martín

## Treball de fi de Grau

*Ciències Ambientals*

*Bellaterra, juny 2018*



Tutors:

Mariona Ferrandiz Rovira

Jordi Nadal Tersa



***“Conservation is a cause that has no end. There is no point at which we will say our work is finished”***

*Rachel Carson*

## **Agraïments**

Gràcies a la Dra. Mariona Ferrandiz i al Dr. Jordi Nadal per totes les hores que ens han dedicat, tant per fer el seguiment del treball com per encoratjar-nos a continuar endavant. Moltes gràcies també al Dr. Lluís Pesquer per tota la feina que ha dedicat a ensenyar-nos a utilitzar les eines SIG i per ajudar-nos a aconseguir totes les capes de cobertes del sòl. Agraïm també el temps dedicat pel Dr. Martí Boada que ens ha proporcionat informació de molta utilitat i pel Dr. David Molina, tant per la informació que ens van otorgar com per les crítiques constructives.

## Índex de Continguts

0.	RESUM.....	6
1.	JUSTIFICACIÓ .....	8
2.	OBJECTIUS .....	9
2.1.	Objectius generals .....	9
2.2.	Objectius específics .....	9
3.	ANTECEDENTS .....	10
3.1.	Genètica de poblacions .....	10
3.2.	Genètica de conservació .....	10
3.3.	El liró gris .....	12
3.3.1.	Identificació del liró gris ( <i>Glis glis</i> ) .....	12
3.3.2.	Comportament i Organització social .....	14
3.3.3.	Àrea de distribució .....	16
3.3.4.	Hàbitat .....	17
3.3.5.	Alimentació .....	18
3.3.6.	Reproducció .....	19
3.3.7.	Depredació .....	20
3.3.8.	Relació antròpica .....	21
3.3.9.	Amenaces i estat de conservació .....	24
3.3.10.	Característiques genètiques .....	25
3.4.	Àrea d'estudi .....	26
3.4.1.	Localització: Península Ibèrica .....	26
3.4.2.	Catalunya .....	28
3.4.3.	Andorra .....	34
3.4.4.	Galícia .....	35
3.5.	Treballs anteriors relacionats amb el liró gris ( <i>Glis glis</i> ) .....	37
3.5.1.	Estudis: Freixas <i>et al.</i> , 2010-2012 .....	37
3.5.2.	Estudi de Ferrandiz-Rovira <i>et al.</i> , 2016 .....	39
3.5.3.	Estudi de Moska <i>et al.</i> , 2016 .....	40
3.5.4.	Estudi de Herdegen <i>et al.</i> , 2015 .....	40

4.	METODOLOGIA .....	42
4.1.	Diagrama metodològic .....	42
4.2.	Cartografia.....	44
4.3.	Dades genètiques .....	45
4.3.1.	Mètodes de camp i recol·lecció de mostres .....	45
4.3.2.	Microsatèl·lits.....	47
4.3.3.	Càlcul de probabilitat amb el programa web Genepop .....	49
5.	RESULTATS .....	51
5.1.	Resultats estudi cartogràfic.....	51
5.1.1.	Zona Montnegre – Montseny .....	52
5.1.2.	Zona Montseny – Andorra .....	52
5.1.3.	Zona Galícia – Andorra.....	53
5.2.	Resultats estudi genètic .....	56
5.2.1.	Freqüències al·lèliques.....	56
5.2.2.	Test de probabilitat dels tests exactes de Hardy-Weinberg.....	65
5.2.3.	Desequilibri de lligament .....	68
6.	DIAGNOSI-DISCUSSIÓ.....	74
6.1.	Cartografia.....	74
6.1.1.	Montnegre - Montseny.....	74
6.1.2.	Montseny - Andorra.....	75
6.1.3.	Galícia - Andorra .....	76
6.2.	Genètica .....	77
6.2.1.	Freqüències al·lèliques.....	77
6.2.2.	Hardy-Weinberg.....	78
6.2.3.	Desequilibri de lligament .....	78
7.	CONCLUSIONS .....	80
8.	PROPOSTES DE MILLORA .....	81
9.	ANNEXOS.....	90
9.1.	Metodologia de mapes .....	90
9.2.	Genètica .....	99
9.3.	Freqüències al·lèliques .....	99
9.4.	Test de probabilitat dels tests exactes de Hardy-Weinberg .....	101

9.5.	Desequilibri de lligament.....	104
9.6.	Programació .....	108
9.7.	Pressupost .....	109
9.8.	Petjada de carboni del projecte .....	110
10.	BIBLIOGRAFIA.....	111

## 0. RESUM

El liró gris (*Glis glis*) és un micromamífer i rosegador arborícola de la família dels glírids que viu en hàbitats de boscos madurs caducifolis de tota Europa. Al llarg de la història aquesta espècie ha tingut relació antròpica mitjançant les activitats cinegètiques tant pel consum de carn i pell com pel greix per productes medicinals. Actualment, s'hi afegeix la influència en algunes polítiques forestals i, fins i tot, la intrusió en edificacions.

L'objectiu d'aquest TFG és conèixer l'estat de conservació de quatre poblacions de liró gris de la península Ibèrica (Montseny, Montnegre, El Serrat i Invernadeiro) que s'assoleix mitjançant la genètica poblacional i l'estudi d'hàbitats. El motiu d'elecció d'aquestes quatre poblacions s'origina en la disponibilitat de suficients dades genètiques.

Per l'estudi d'hàbitats s'ha utilitzat la cartografia de cobertes del sòl. En canvi, la genètica poblacional s'ha observat amb el càlcul de freqüències, l'equilibri Hardy-Weinberg (HW) i el desequilibri de lligament entre poblacions observant 18 microsatèl·lits.

Pel que fa a la cartografia, no hi ha connectivitat entre les poblacions del Montseny i Montnegre degut, sobretot, a l'AP-7. Tampoc se'n troba entre Montseny i El Serrat (Andorra) perquè hi ha poca extensió d'hàbitat favorable per l'espècie i molts quilòmetres d'hàbitats no transitables. Malgrat que no pugui haver-hi flux genètic entre aquestes dues poblacions, el Montseny no es troba aïllat, tenint molta àrea de connexió amb altres poblacions del nord de la península Ibèrica. Andorra, al seu torn, pot trobar connectivitat per la part sud-oest. La població d'Invernadeiro (Galícia) es troba molt aïllada i té una àrea molt petita.

El càlcul de freqüències al·lèliques mostra que el Montseny té el menor nombre de microsatèl·lits homozigots i el rècord de diversitat al·lèlica, degut a tot el rang de dispersió disponible. El Montnegre ha sorprès pels alts valors de diversitat malgrat la manca de connectivitat, es sospita que pot ser degut a que encara no es mostra l'aïllament genètic perquè és massa recent. Andorra s'equipara a la diversitat del Montnegre, sense mostrar tant aïllament. Mentre que Invernadeiro, com es preveia inicialment, consta del major nombre de casos homozigots.

El mètode de Hardy-Weinberg ha permès observar que, malgrat tenir diferent capacitat de dispersió, les poblacions del Montseny i del Serrat mostren un similar grau d'endogàmia. Per altra banda, es troben grans incerteses a les poblacions d'Invernadeiro i Montnegre per la poca quantitat de mostres recollides.

L'anàlisi de desequilibri de lligament pel Montseny dona el nombre més alt d'heretabilitat sense aleatorietat, cosa que possiblement es deu a l'alta representativitat del nombre de dades. Això significa que hi haurà menys diversitat genètica, podent ser una idea errònia per la descompensació de mostreig. El Montnegre mostra per alguns parells de microsatèl·lits més aleatorietat i per altres menys. El Serrat és la població on els microsatèl·lits s'hereten de forma més aleatòria, mantenint així la diversitat genètica. Invernadeiro, on hi ha poques mostres, hi ha el menor nombre de parells heretats tant aleatòriament com combinadament.

Per intentar contrarestar tots els efectes d'aïllament tant d'hàbitats com genètic s'han proposat diverses mesures correctores que van des de la translocació d'individus per potenciar la diversitat de poblacions fins a la creació de corredors ecològics.

## 1. JUSTIFICACIÓ

La principal justificació del nostre treball és conservar la biodiversitat, ja que ens ofereix serveis ecosistèmics (Kumar, 2010). Com la biodiversitat té molts factors involucrats, aquest treball es centra en una espècie concreta: el liró gris (*Glis glis*), que té molta relació antròpica, com s'explica al cos del treball. És absolutament necessari observar l'estat actual de les poblacions espanyoles d'aquest micromamífer, ja que és el límit més meridional de la distribució de l'espècie i té confluència amb el clima temperat, el que fa que s'hagi de vigilar bé la població per evitar la pèrdua d'aquesta.

Com s'ha vist als treballs anteriors realitzats amb caixes niu, hi ha molta informació de l'ocupació i reproducció a poblacions Catalanes i Andorranes sobre el liró gris. També hi ha estudis de diversitat genètica sobre el liró gris a altres països, però aquí no n'hi ha cap. Per tant, per assegurar una bona gestió de l'espècie, cal tenir aquest coneixement de la genètica de les poblacions. És imprescindible conèixer si la població té possibilitats de sobreviure-hi per sí sola o si cal la intervenció humana, que amb la tendència actual que tenen aquestes poblacions, acabaran llistades com a amenaçades. I, si és així, caldrà la bona selecció d'individus per fer translocacions i aconseguir la major diversitat genètica per a cada zona.



## 2. OBJECTIUS

A continuació s'exposen l'objectiu general que es vol assolir en aquest treball i dos objectius específics en la mateixa direcció.

### 2.1. Objectius generals

- Conèixer l'estat actual de conservació i la possibilitat de flux genètic de les 4 poblacions de liró gris (*Glis glis*) en l'àrea de distribució nord de la península Ibèrica.

### 2.2. Objectius específics

- Caracteritzar l'estructura genètica interpoblacional i la variació genètica intrapoblacional.
- Estudiar la possible connectivitat entre les quatre poblacions segons el tipus de coberta del sòl.

### 3. ANTECEDENTS

A aquest apartat, s'introdueixen les bases teòriques per la millor comprensió del contingut del treball.

#### 3.1. Genètica de poblacions

La genètica de poblacions neix a partir de la combinació de la teoria de la selecció natural (Darwin, 1859), les lleis d'herència mendeliana (Mendel, 1865), els factors heretables de generacions passades (Galton, 1889), l'herència de caràcters heretat mitjançant unitats individuals (Bateson, 1894; de Vries, 1909) i la teoria genètica de la selecció natural (Fisher, 1930).

Aquesta ciència es basa en el coneixement de la dinàmica de poblacions naturals i la seva variabilitat genètica, sent una eina molt utilitzada al món de la conservació d'espècies amenaçades, ja que dóna coneixements per implementar programes de recuperació (Fontdevila i Moya, 1999).

Una mesura per conèixer el grau de parentiu entre els individus d'una població és la utilització de marcadors moleculars (Robinson, Simmons, Kennington, 2013; Townsend i Jamieson, 2013). Aquests atorguen informació indispensable que permet prendre decisions per prevenir nivell alts i garantir la supervivència de l'espècie o la població en qüestió.

#### 3.2. Genètica de conservació

L'interès per la conservació de la biodiversitat és degut al serveis ecosistèmics, però també ho és per raons morals dels drets de la resta d'organismes vius (Kumar, 2010; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Naeem, 2009). Actualment estem vivint la sisena extinció

massiva, i a més de ser la primera provocada per una espècie, té una taxa d'extinció 1000 vegades més elevada que les de registre fòssil (Carrington, 2017; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

El detriment de les poblacions i espècies en perill d'extinció té com a causes principals els factors deterministes (sobreexplotació, contaminació, pèrdua d'hàbitat i introducció d'espècies invasores) però també s'hi afegeixen els factors estocàstics (ambientals, demogràfics, catastròfics i genètics) (Tilman *et al.*, 2017; Melbourne i Hastings, 2008).

Una eina molt útil per conservar la biodiversitat és la genètica de conservació, que utilitza el coneixement de la diversitat genètica dels individus i la posterior gestió de les seves poblacions (Kang *et al.*, 2018; Shaffer *et al.*, 2015; DeSalle i Amato, 2004). L'objectiu a llarg termini és preservar les espècies com a entitats dinàmiques capaces de sobreviure als canvis ambientals (Frankham, Ballou i Briscoe, 2004).

La diversitat genètica representa diferències de seqüències de nucleòtids a un locus particular de la molècula de DNA, diferents al·lels (Abdul-Muneer, 2014). Així doncs, les variants de seqüències de DNA seran expressades en variacions de la proteïnes que poden resultar en diferències funcionals que causen variacions en la taxa reproductiva, la supervivència i el comportament dels individus (Hause *et al.*, 2014; Breed i Sanchez, 2010). La diversitat genètica és necessària perquè les poblacions s'adaptin als canvis ambientals (Barrett i Schluter, 2008; Davy, Noble i Oliver, 1990). Per tant, la seva pèrdua significa la reducció del potencial evolutiu i de l'aptitud reproductiva (el nombre de descendència fèrtil) a causa de la consanguinitat (per endogàmia) (Hofman, 2007).

Per mesurar la diversitat genètica a cada locus, s'utilitzen tècniques moleculars com l'electroforesi amb alozima (allozyme electrophoresis) o la classificació de microsatèl·lits (*microsatellite typing*) (Pérez-Losada, Guerra, Sanjuan, 1996; Yadav, Gahlot, Gahlot, Asraf i

Yadav, 2015). Els microsatèl·lits han esdevingut els marcadors genètics per excel·lència dels estudis poblacionals perquè la mesura de variació de DNA amb aquest mètode permet la deducció dels genotips de l'individu sense mesures invasives (Abdul-Muneer, 2014).

Com a resultat de l'acció humana, molt sovint es troben poblacions fragmentades, que tenen més o menys impacte de diferenciació interpoblacional i consanguinitat intrapoblacional segons el nivell de flux genètic entre fragments (Fahrig, 2003; Foley *et al.*, 2005; Young, Boyle i Brown, 1996). Aquest flux depèn del nombre de fragments, la distribució geogràfica de les poblacions, les mides de població dels fragments, les distàncies entre fragments, el temps des de la fragmentació i la capacitat de dispersió de l'espècie objecte d'estudi (Frankham *et al.*, 2017). Per regla general les poblacions fragmentades són més homozigòtiques i perden aptitud reproductiva mitjançant la depressió per consanguinitat (Hofman, 2007).

### **3.3. El liró gris**

El liró gris (*Glis glis*) és un petit mamífer arborícola de la família *Gliridae*, una de les famílies vives més antigues dins de l'ordre dels rosegadors (*Rodentia*). La seva distribució actual és limitada i el seu grup, format per 9 gèneres i només 20 espècies, es troba repartit entre les zones d'Àfrica, Europa i Japó (Freixes, 2017). L'espècie *Glis glis* va ser descrita per primer cop per Linnaeus al 1766 (Amori *et al.*, 2016).

#### **3.3.1. Identificació del liró gris (*Glis glis*)**

El *Glis glis*, conegut també amb el nom de rata esquirolera, presenta un aspecte molt similar entre una rata i un esquirol en forma i aparença general.

Se'l considera dins el grup dels petits mamífers per la seva reduïda mida, entre els 14 i 20 cm de longitud i els 70 i 200 grams de pes, que varia segons l'edat i l'època de l'any (Freixas, 2008). La mida total del cos entre els dos sexes és bastant similar però aquesta també varia depenent de la zona geogràfica a on es trobin.

Amb referència al seu aspecte general, el liró presenta un pelatge força dens i suau. La part del dors es caracteritza per tenir un color marró grisós o gris blavós, més fosc al llarg de la columna vertebral i més clar a la zona dels costats. La part ventral i la zona interna de les potes acostumen a ser de color blanc i la línia de delimitació que separa la zona superior de la inferior es troba molt ben definida (Krystufek, 2010; Castién, 2007).

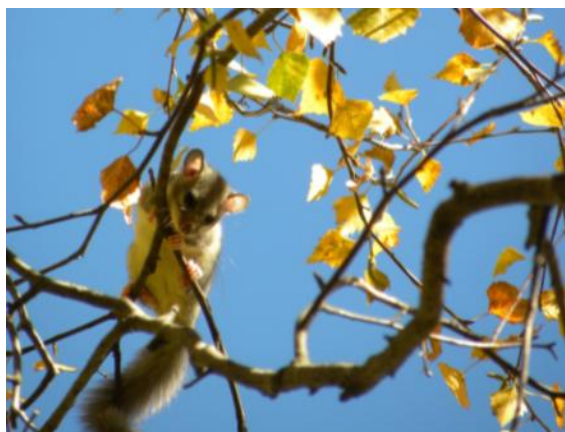
En relació a la part de la cara, els ulls són grossos i de color negre i, es troben envoltats per un petit antifaç circular de pèls foscos, quasi negres, que visualment li fan l'ull encara més gran (Freixas, 2008). Les orelles són curtes i arrodonides i el nas, de to rosat, es situa en mig d'un petit musell d'on surten uns llargs bigotis (Castién, 2007).

Per altra banda, les seves cames són curtes i els peus, força robustos, estan constituïts per 4 dits a les extremitats anteriors i 5 a les posteriors. A més, les palmes i les plantes les tenen completament nues (Krystufek, 2010). Finalment es destaca la seva particular cua, fins als 15 cm de llarg, que es troba coberta de pèls llargs i espessos de color gris fosc. És més aplanada a la part dorsoventral i té com a funció fer de balancí quan salten entre els arbres (Freixas, 2008).

Des del punt de vista físic, les femelles destaquen per els seus sis parells de mames: dos pectorals, dos abdominals i dos inguinals (Castién, 2007).

### 3.3.2. Comportament i Organització social

Els glírids són animals fonamentalment nocturns i acostumen a dormir durant el dia dins els seus refugis (Freixas, 2008). Aquest comportament, ha sigut corroborat gràcies al monitoratge i seguiment de l'espècie a partir de càmeres de videovigilància on s'han registrat els màxims patrons d'activitat durant la nit (Freixes *et al.*, 2012; Freixes *et al.*, 2010). Quan el Sol desapareix, els lirons presenten una gran agilitat entre les branques del arbres, on desenvolupen gran part de la seva vida. De manera esporàdica, a vegades també poden manifestar certa activitat diürna (Castién, 2007; Freixes *et al.*, 2010) (Il·lustració 3.1).



*Il·lustració 3.1. Exemplar de liró gris durant el dia a l'àrea del Montnegre. Font: Museu de Ciència Naturals de Granollers.*

L'hivern per a ells és l'estació més desfavorable de l'any. El descens de les temperatures fa que els arbres perdin la seva activitat, deixant caure totes les fulles i quedant completament despallats. La forta especialització d'aquests petits mamífers pel seu hàbitat fa que, davant la manca de recursos alimentaris i les dures condicions meteorològiques, dormir sigui la seva millor estratègia per sobreviure (Freixas, 2008).

Refugiats en galeries subterrànies de 50 a 100 cm de profunditat, entre les arrels dels arbres, en murs de pedra o edificacions comencen l'estat de torpor (Il·lustració 3.2). Durant

aquest període, poden compartir els seus nius amb altres individus i viuen únicament de les reserves de greix (Frystufek, 2010; Wilz i Heldmaier, 2010).



*Il·lustració 3.2. Posició que adopten els individus de liró gris alhora d'hibernar. Font: Lúdia Freixes. Museu de Ciència Naturals de Granollers.*

El període de hibernació varia segons les condicions climàtiques anuals i la zona on es troben, de manera que s'inicia al voltant dels mesos entre octubre i desembre i finalitza en els mesos de maig i juny, moment en què ocuparan les caixes niu i/o les cavitats naturals. Generalment la durada de la letàrgia és al voltant dels 6 als 8 mesos (Freixas, 2008).

Una característica important del liró gris és que és un dels pocs animals presents en els boscos capaç de realitzar els tres tipus de letàrgia: la torpor diària, l'estivació i la hibernació. (Wilz i Heldmaier, 2010; Freixas, 2008). Aquest fet fa que l'esperança de vida d'aquests rosegadors sigui molt superior a la d'altres petits mamífers, arribant a viure dels 9 als 12 anys (Freixas, 2008; Morris i Morris, 2010; Ruf *et al.*, 2006).

De manera paral·lela, l'espècie presenta una certa plasticitat en el seu caràcter. Per una banda, hi ha poblacions antropòfiles que coexisteixen com a "comensals" amb els humans i per l'altra, poblacions antropòfobes que viuen en hàbitats prístins. (Boada *com. verb.*, 2018).

### 3.3.3. Àrea de distribució

El liró gris és de requeriments centreeuropeus i s'estén pràcticament per tota Europa i el sector oest d'Àsia, arribant al terç nord de la Península Ibèrica en el límit oest. Ocupa zones com Armènia, Azerbaidjan i la part del nord d'Iran, incloent el Caucas i Àsia Menor i es troben present en les illes de Còrsega, Sicília, Sardenya, Creta i Corfú, entre altres (Amori et. al., 2016; Kryštufek, 1999; Nores i García-Rovés, 2007). L'absència de lirons grisos la trobem a països com Dinamarca, les costes Atlàntiques dels Països Baixos i gran part d'Espanya (Kryštufek, 2010).



Mapa 3.1. Rang geogràfic del liró gris a nivell global. Font: The IUCN Red List of Threatened Species.

En el mapa 3.1 es veu flectida com és la distribució del liró gris a nivell global. A partir de la representació per colors, es pot observar com a gran part de l'àrea de distribució (de color groc – taronja) el liró és resident. La petita zona marcada en lila, correspon a la població que va ser introduïda a Anglaterra l'any 1902, on es mantenen poblacions naturalitzades. (Red list -UICN, 2018; Jones-Walters, 1991)

Les densitats de població a nivell europeu són força fluctuants, trobant-se a Polònia de 1 a 11 individus per hectàrea (Jurczyszyn, 1995) i altres zones d'Europa de 1 a 5 exemplars/ha fins als 30 animals/ha (Srtorch, 1978).



### 3.3.4. Hàbitat

El *Glis glis* és una espècie estrictament arborícola amb preferència per els boscos caducifolis (Castién i Gosálbez, 1992) on predominen espècies com el faig (*Fagus sylvatica*), el roure (*Quercus robur*) o el castanyer (*Castanea Sativa*) (Nores i García-Rovés, 2007; Freixas, 2008). A vegades també, aquestes espècies poden anar acompanyades d'altres com el freixe (*Fraxinus sp.*), l'avellaner (*Corylus avellana*), la blada (*Acer opalus*), etc. (Freixas, 2008). Es troben casos a Itàlia i Anglaterra on habiten a boscos de coníferes i plantacions de pins per la disponibilitat d'aliment, tot i que intenten evitar-los (Burgess, 2015; Inside Ecology, 2017; Long, 2003; Santini, 1978)

Acostumen a habitar boscos d'arbres dispersos amb clapes denses d'herbes i arbustos; i en masses forestals denses amb bona connectivitat entre les copes dels arbres (Kryštufek, 2010). Les espècies més antropòfiles de manera freqüent entren en cases i cabanyes (Kryštufek, 1999; Boada *com. verb.*, 2018).

A diferència d'altres animals, els lirons no construeixen nius a la intempèrie sinó que necessiten l'abric de les cavitats naturals dels arbres o del terra per a fer-hi el seu refugi o lloc de cria (Lídia Freixes., 2008). Per aquest motiu, poden comportar-se com bons indicadors de qualitat ambiental degut a la seva preferència pels boscos madurs i ben conservats (Castién, 2007; Nores i García-Rovés, 2007). A la imatge (Il·lustració 3.3.) es pot veure un exemplar de niu de liró trobat pel Dr Martí Boada a la zona d'Arbúcies a l'octubre de 1987 (Boada, M. *com. verb.*, 2018).



*Il·lustració 3.3. Exemplars de niu de liró recollits a la zona d'Els Colls (Arbúcies) per el doctor Martí Boada. Dimensió: 27 cm de llarg i 18 cm d'amplada amb una obertura d'entrada de 3 de llargada i 12 d'amplada.*

Respecte el rang d'ocupació altitudinal que poden assolir, els glírids es situen des del nivell del mar fins als marges superiors dels boscos caducifolis i mixtos, és a dir, fins als 1.545 m als Alps i 2.000m als Pirineus i el Caucas (Kryštufek , 2010).

### **3.3.5. Alimentació**

L'alimentació dels lirones és pràcticament vegetariana, amb preferència principalment pels fruits secs (agllans, fages, avellanes, etc.) degut al seu alt valor calòric i energètic. La producció de faja comença a donar-se a finals d'agost i cau entre els mesos de setembre a novembre (Boada *com. verb.*, 2018), aquest període estacional és molt similar també amb la producció d'agllans (des de finals de setembre fins a finals de desembre) (*Plantes i animals del nostre entorn: Els roures*, 2018). La disponibilitat de màxima alimentació es dona en els mesos entre de setembre i desembre i, un cop passat aquest període, el lirones entren en estat letàrgic fins als mesos de març i juny. Quan acaba el període d'hivernació, la demanda tròfica és tan gran que, si no hi ha disponibilitat d'agllans i fages, es produeix un canvi notori en la seva dieta (Boada *com. verb.*, 2018). En aquesta situació, per tant, el liró s'alimenta de brots tendres, fulles, fongs, fruits vermells (esbarzer, nabiu, maduixes), pomes i, fins i tot, ocasionalment obtenir proteïna d'ous d'animals o polls d'ocell que troben explorant algun niu. (Freixas, 2008; Castién, 2007; Koppmann-Rumpf et al.,2003; Adamik i Kral, 2008). A la

República Txeca, per exemple, és molt freqüent la depredació de nius d'aus com el *Parus major* i la *Sitta europaea* (Heath i Olsen, 2015).

Una possible hipòtesi també podria ser que el *Glis glis*, per fer front a les èpoques de més dificultat, agafés els glans i les fages, i fes rebostos. De ser cert això, el liró gris tindria un paper molt important en el bosc ja que ajudaria a la regeneració i activació de rouredes i fagedes (Boada com. verb., 2018)

La dependència del liró per l'aliment és tan gran que quan la disponibilitat és baixa, s'inhibeix la reproducció (Ruf et al., 2006; Gonsálbez i Castién, 1997). Aquest fet dona lloc a la presència d'una estructura d'edats molt variable en la població (Castién, 2007).

### **3.3.6. Reproducció**

Després del període de hibernació, els lirons comencen el període d'aparellament (de mitjans de juny fins a finals d'agost) amb una ventrada a l'any. Tot i que la reproducció dels lirons grisos està fortament relacionada amb la disponibilitat d'aliments (Ferrandiz *et al.*, 2016).

Quan passen uns 20 o 31 dies de gestació (finals d'agost i principis de setembre), les femelles pareixen (Freixas, 2008). El nombre de cries per ventrada oscil·la entre 1 i 11 cries, amb un promig de 4 a 6 cries segons la ubicació geogràfica on es trobin (Ferrandiz-Rovira *et al.*, 2016) (Il·lustració 3.4.). Les femelles són molt protectores de les seves cries i, per tal de garantir la seva supervivència i desenvolupament, a vegades es poden agrupar dins un mateix niu. Aquest és un fet molt atípic en els rosegadors (Freixas, 2008).



*Il·lustració 3.4. Niu de liró gris amb les seves cries de dues setmanes de vida. Font: Freixas, L., Museu de Ciència de Granollers.*

Quan les condicions són desfavorables, les femelles tendeixen a demorar el part i no perden pes durant la lactància ja que coincideix amb el pic de màxim subministrament d'aliments. En aquestes condicions, els joves disposaran de poc temps per assolir el pes necessari abans de l'hibernació (Krystufek, 2010).

La reproducció a Europa continental es produeix normalment després de la primera hibernació de l'individu però, en el cas d'Anglaterra, no es dona fins al tercer any. La taxa corporal dels mascles és superior en les èpoques de no reproducció (Krystufek, 2010).

### **3.3.7. Depredació**

La primera constatació de depredació de liró gris a Catalunya va ser al 2011, a través d'un estudi de seguiment realitzat per el Museu de Ciències Naturals de Granollers, a la zona del Montegre i el Corredor. A l'interior d'una de les caixes es van trobar les restes òssies d'un individu depredat per una mostela (*Mustela nivalis*). A diferència d'altres depredadors més grans, com per exemple la geneta (*G. genetta*), la reduïda mida de la mostela li facilita l'accés a les caixes niu per el forat d'entrada. Actualment encara es desconeix si el comportament de depredació de la mostela per el liró gris és dona de forma habitual o va ser un cas concret (Freixes *et al.*, 2012).

### 3.3.8. Relació antròpica

Des de l'època romana el liró és considerat com una font de carn, greix i pell per a la subsistència i el comerç (Amori *et al.*, 2016; Masseti, 2012; Persic, 1998, Myers i Poor, 2012; Long, 2003; Zeuner, 1963; Smith, 2014). Els romans tenien un mètode per engreixar els lirons (Martin, 2010), que constava d'un atuell que anomenaven *glirarium* ("lironera"), fet per aquest propòsit, amb petits forats per permetre respirar a l'animal i un de més gran per alimentar-lo amb fruits secs (Terencio, 1945; The Irish Times, 1999; Sánchez, 2013). Hi ha documentació sobre receptes que utilitzaven per cuinar el liró: el farcien amb porc i les extremitats del propi liró, es coïa al forn i es servia amb mel i llavors de rosella (The Irish Times, 1999; Sánchez, 2013; Petronio; 1482; Martin, 2010); l'altra recepta utilitza pinyons, pebre, benjuí i garum, també va al forn o a la graella (Apicio, 1987).

La caça del liró va ser una activitat econòmica fins la Segona Guerra Mundial a Eslovènia (Frystufek, 1991; Koprivnik, 1886; Suler, 1985; Bas, 1984, Sumrada, 1977, Mlakar, 1977), on era el tipus de caça més habitual (més de 2/3 del territori) (Persic, 1998).

Actualment, en alguns llocs del Pirineu occidental i en zones de l'entorn mediterrani europeu, encara és capturat pel consum (Castién, 2007; The Irish Times, 1999). En àrees com Eslovènia i Croàcia és típica la caça recreacional d'aquesta espècie, i a Itàlia, tot i estar protegit, a vegades també és objecte de caça il·legal (Amori *et al.*, 2016; Nores i García-Rovés, 2007; Mitchell-Jones, 1999; Frystufek i Haberl, 2001; Amori *et al.*, 2008; Smith *et al.*, 2014). A la Península Ibèrica, concretament al País Basc, encara és de gran interès gastronòmic i el seu greix, continua sent molt apreciat per la cura de dolors musculars i articulars (Castién, 2007; Nores i García-Rovés, 2007; Misic, 1939).

Altres aspectes importants en relació a la influència dels humans sobre els lirons grisos han sigut la intensificació de les pràctiques forestals als boscos al llarg de les dècades i la forta pressió antròpica sobre els seus hàbitats. Aquestes dues pràctiques han donat lloc a fragmentacions d'hàbitat, aïllaments i davallades de la densitat d'algunes de les seves poblacions (Masseti, 2012). A conseqüència d'això, a Europa aquesta espècie ja es troba protegida per la *Berne Convention*, a l'apèndix III (Freixes, 2017).

En el cas de la Península Ibèrica, la tala continuada dels arbres no permet arribar a tenir ecosistemes d'arbres madurs i, per tant, hi ha una manca de cavitats naturals (Camprodon, 2003). La disminució dels hàbitats i de la seva qualitat, ha donat lloc a la protecció de l'espècie en regions com el País Basc, on és catalogada com a vulnerable (Decreto Vasco de Especies Amenazadas, 1996) i Catalunya, on es considera espècie protegida dins la fauna salvatge autòctona per la Llei 2/2008, de 15 d'abril (Montilla i Baltasar, 2008).

A vegades però, la protecció del liró és simplement un argument ecològic per impedir que es toqui el bosc. Recentment, la Diputació de Barcelona ha establert un conveni de no aprofitament forestal a la carena del Parc del Montnegre i Corredor per tal de protegir, entre d'altres, la fauna del *Glis glis* que hi habita (Vila, 2017). Aquest, per tant, n'és un clar exemple de la dimensió social del liró, ja que és utilitzat com a eina per aplicar un model de conservació del bosc (Boada *com. verb.*, 2018).

Respecte al comportament antropòfil de l'espècie, s'han trobat molts casos de presència d'aquest micromamífer a espais tancats tant en bibliografia publicada (Cisneros i Cuñat, 2016; Botanical-online S.L., 2018; Burgess, 2015; Temple i Morris, 1997; Morris, 1997; Amori *et al.*, 2008; The Irish Times, 1999; Marchant i Park, 2016; Inside Ecology, 2017; Long, 2003; Smith, 2014; Kryštufek, 1999) com a fòrums de discussió a Internet on els usuaris demanen

consells per desfer-se'n dels individus albirats (Grupo de animales, 2007). Fins i tot a les nostres poblacions d'estudi, concretament, la del Montseny i el Serrat, en zones de transició entre la salvatgesa de la roureda i el medi antròpic, com per exemple el restaurant “el Molí de les Pipes” i les bordes de muntanya (Boada *com. verb.*, 2018). Les causes per les quals els lirons grisos escullen envair edificis (normalment a zones rurals) solen ser per aconseguir aliment o protegir-se de les condicions meteorològiques desfavorables (Botanical-online S.L., 2018; Pérez, 2013; The Irish Times, 1999; Marchant i Park, 2016; Corbet i Harris, 1991), tot i que s'ha documentat algun cas en què utilitzen les cavitats de masies com a niu durant l'època activa (Los lirones, 2017; Botanical-online S.L., 2018; Marchant i Park, 2016).

A partir la tendència del liró gris a entrar a cases de zones rurals s'ha considerat aquest micromamífer com a “plaga domèstica” (*household pest*) (Burgess, 2015; Nowak, 1994; Temple i Morris, 1997; Jones, 2015; Morris i Hoodless, 1992), que es dona amb més intensitat en anys de menys disponibilitat d'aliment (Burgess, 2015; Morris i Morris, 2011). Els efectes que té el *Glis glis* a les cases són que fan soroll tant vocal com de moviment, roseguen material de construcció (cablejat elèctric, bigues i canonades), mengen les fruites emmagatzemades, deixen pudor per les femtes i, fins i tot, poden contaminar el menjar i/o l'aigua amb els excrements (Burgess, 2015; Amori *et al.*, 2008; Smith *et al.*, 2014; Marchant i Park, 2016; Inside Ecology, 2017; Martin, 2010; Corbet i Harris, 1991).

Aquest mateix comportament antropòfil permet trobar alguns individus a zones verdes urbanes, ja siguin jardins, boscos urbans o boscos de ribera (Cisneros i Cuñat, 2016; Amori *et al.*, 2008; Marchant i Park, 2016; Long, 2003). La Red List el considera plaga a la part més meridional de la seva distribució (Amori *et al.*, 2008), tot i que a Anglaterra també (Burgess, 2015), tenint impacte econòmic. A aquestes zones, el liró gris fa malbé plantacions forestals (traient l'escorça dels arbres i afavorint el desenvolupament de fongs) i

cultius de fruiters com ametllers, pomers, perers, pruners i pins pinyoners (Burgess, 2015; Platt i Rowe, 1964; Jackson, 1994; Morris *et al.*, 1997; Santini, 1978; Nowak, 1994; Montecchi *et al.*, 2010; Marchant i Park, 2016; Inside Ecology, 2017; Martin, 2010; Long, 2003; Thompson, 1953).

Aquest contacte amb les persones pot tenir un efecte negatiu per la salut humana (Burgess, 2015; Temple i Morris, 1997; Morris, 1997), ja que poden transmetre els següents paràsits i malalties: (i) *Borrelia burgdorferi*, (ii) virus encefalomiocarditis, (iii) virus Hantaan, (iv) *Rickettsia typhi*. La *Borrelia burgdorferi* té com a vector de transmissió la paparra, i va ser detectada a Croàcia i Alemanya, causant de la malaltia de Lyme (Turk *et al.*, 2008; Cattán, 2000; Burgess, 2015; Matuschka *et al.*, 1994). El virus encefalomiocarditis va ser aïllat a Itàlia (Amaddeo *et al.*, 1995), mentre que el virus Hantaan es va trobar a Eslovènia (Prosenc *et al.*, 1997). La *Rickettsia typhi* també té un vector, en aquest cas la puça *Monopsyllus sciurorum* (Trilar *et al.* 1994).

### **3.3.9. Amenaces i estat de conservació**

La influència de les condicions climàtiques sobre les poblacions de liró imposen límits en seva distribució, actuant de manera directa mitjançant la inducció de l'augment de la mortalitat, o bé de manera indirecta, limitant la seva reproducció i el desenvolupament dels seus cicles de vida (Castro i Real, 2007). La forta adaptació dels lirons grisos pels climes freds i humits dóna lloc a què, qualsevol canvi cap a climes més àrids i/o càlids, afecti de manera negativa al seu comportament i distribució (Torre *et al.*, 2012). El futur de les poblacions és, per tant, preocupant i, el fet de què siguin molt sensibles al canvi de clima, els converteix en bons indicadors dels canvis ambientals (Morris, 2004).



Tal i com s'ha destacat anteriorment, tot i no considerar-se el *Glis glis* com una espècie molt amenaçada (Red list -UICN, 2018; Nores i García-Rovés, 2007), la pèrdua dels seus hàbitats per l'activitat de l'home ha desencadenat que algunes poblacions (per exemple: les ibèriques) es considerin quasi amenaçades (Castién, 2007; Freixes *et al.*, 2011). El control de la gestió de les masses forestals en els espais amb major intensificació d'activitat forestal serà de gran importància per poder mantenir el poc hàbitat potencial que queda en les millors condicions possibles (Freixas, 2008; Freixas *et al.*, 2010).

### **3.3.10. Característiques genètiques**

En general, totes les poblacions de *Glis glis* d'Europa tenen un haplotipus de DNA mitocondrial de cytochrome *b*, el que anomenen l'"Europeu". També existeixen el grup del sud d'Itàlia amb Sicília i alguns atípics com el de Macedònia o d'Alónnisos. (Moska, Jakubiec, Wierzbicki, Strzala i Kozyra, 2016)

Pel que fa al DNA nuclear, es coneixen 10 microsatèl·lits que tenen polimorfisme a les poblacions de la península Ibèrica i són els següents: Gg9, Gg13, Gg3, Gg12, Gg14, Gg8, Gg15, Gg11, Gg7, Gg16. (Hürner H, Martin JF, Ibas AR, Arrizabalaga A, Michaux JR., 2009)

A més a més, a un article realitzat a Polònia, es tracten 8 nous microsatèl·lits, concretament: 11pilch, 10pilch, 9pilch, 8pilch, 5pilch, 4pilch, 3pilch, 2pilch, que tenen un rang de nivell de polimorfisme bastant ampli testat als 70 individus de Polònia. (Dabert, Jarmolowski i Jurczyszyn, 2009)

Per acabar, es van aïllar 14 nous microsatèl·lits de *Glis glis* (7pilch, 20pilch, 23pilch, 24pilch, 26pilch, 28pilch, 30pilch, 31pilch, 36pilch, 37pilch, 47pilch, 48pilch, 49pilch, 50pilch) i es van provar a individus de Coràcia i Polònia. La justificació d'aquest estudi és que hi havia molts casos de nivell baix de polimorfisme i van aconseguir uns resultats d'entre 7 i 31 al·lels per

locus, tot un èxit ja que a Espanya hi havia un màxim de 5 i a Polònia de 6. (Dabert, Sobczynska, Abramowski, Konjevic, Margaletic i Jurczyszczym, 2012)

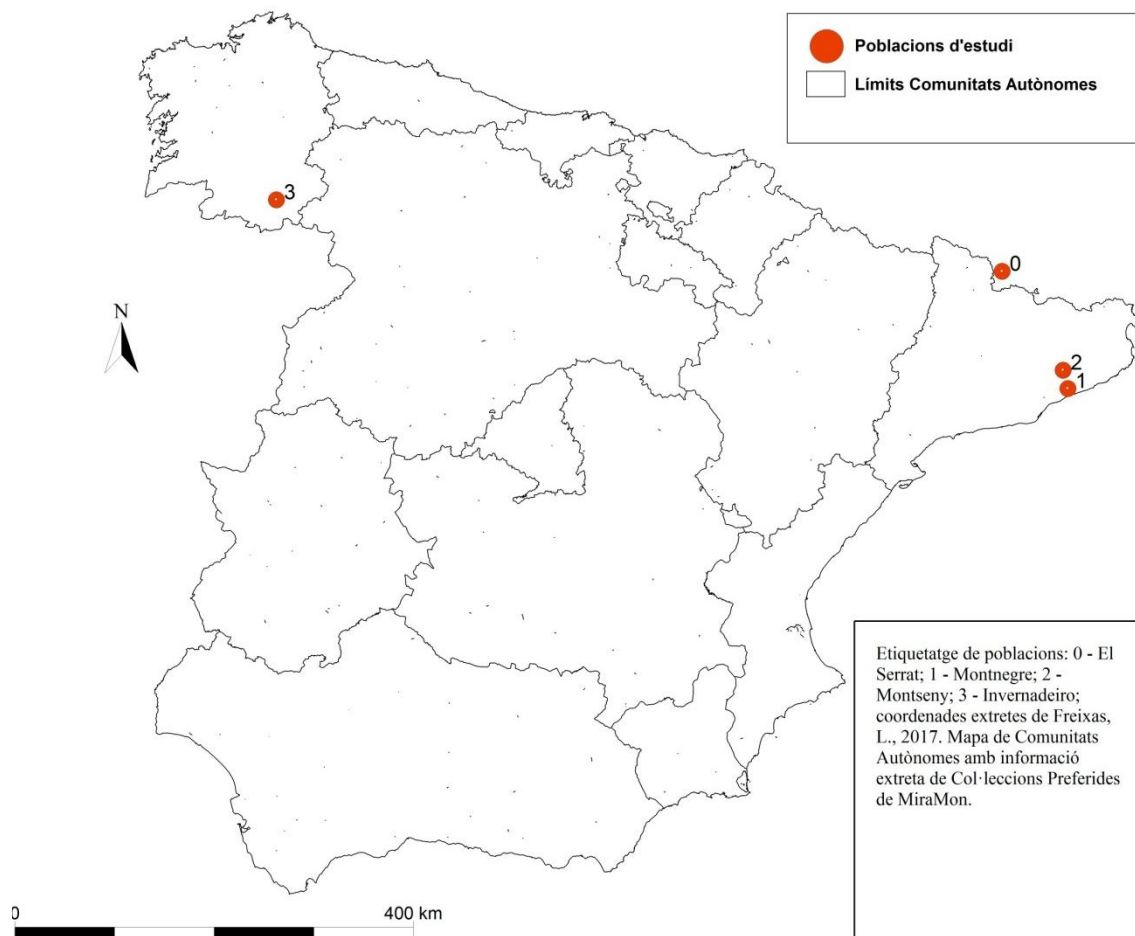
### **3.4. Àrea d'estudi**

#### **3.4.1. Localització: Península Ibèrica**

A la Península Ibèrica el liró gris es descriu com *G. glis* subsp. *pyrenaicus* i es caracteritza per presentar una mida una mica més gran que l'espècie nominal (Nores i García-Rovés, 2007; Cabrera, 1908; Castién, 2007). No obstant, a la zona de l'occident peninsular els individus manifesten mides més petites (Castién, 2007; Nores i García-Rovés, 2007).

La subespècie *G. g. pyrenaicus* es troba en el límit més meridional de la península Ibèrica (Gosálbez i Castién, 1997), ocupant de manera més o menys continua tota la franja nord des les serres catalanes fins als boscos gallecs (Freixas et al., 2001; Nores i García-Rovés, 2007; Castién, 2007) (Mapa 3.2.).

### Localització de les quatre poblacions d'estudi



Mapa 3.1. Situació actual de la distribució del liró gris a la Península Ibèrica. Font: Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España.

La distribució del liró en aquesta àrea es deguda a la influència de factors abiòtics i biòtics (Lomolino *et al.*, 2006), destacant, com s'ha remarcat anteriorment, el clima com un dels factors que juguen un dels papers més importants en aquest aspecte. Estudis previs realitzats pel departament de Biologia Animal de la Universitat de Màlaga en relació a la influència de les condicions climàtiques sobre el liró gris (Castro i Real, 2007), estableixen que la seva àrea de distribució a la regió espanyola, en comparació amb els territoris no ocupats, es caracteritza per la presència d'un clima amb temperatures fredes i estables al llarg de l'any, precipitacions estables tant intra com interanuals i, en menor mesura, amb major incidència d'inundacions (Castro i Real, 2007). No es troba cap manifestació de liró a

les zones on: (i) els índexs de precipitacions superin el 29%, (ii) els valors de temperatura mitjana al juliol siguin superiors als 23°C, o (iii) es registrin menys de 40 dies amb precipitacions. D'aquesta manera, es suggereix que el clima mediterrani és un factor negatiu per l'espècie ja que a l'estiu es troba un increment de la temperatura i de l'exposició solar (Palomo *et al.*, 1994).

L'hàbitat típic de l'espècie a la península Ibèrica són les masses boscoses caducifòlies, concretament els boscos planocaducifolis, entre 50 i 2000 m d'altitud i també en boscos mixtos situats dins del rang de distribució altitudinal dels anteriors (Castién, 2007; Mendiola, 1985). La seva presència en boscos de coníferes, com en el cas del Pirineu, és puntual i normalment estarà vinculada a la necessitat de la població d'ocupar nous territoris a causa de l'augment de la seva densitat i/o a la falta d'aliment. (Castroviejo *et al.* 1974; Nores i García-Rovés, 2007). El rang de temperatures de la seva distribució volta els -14,8°C i els 30,3°C i el de precipitacions entre els 524 mm i 1852 mm anuals (Castién, 2007).

Degut l'absència de dades genètiques de moltes de les poblacions ibèriques, l'àmbit d'estudi d'aquest treball es centra en 4 poblacions de liró gris situades a les zones de Catalunya (els massissos de el Montnegre i el Montseny), Andorra (El Serrat) i Galícia (Invernadeiro).

### **3.4.2. Catalunya**

El liró gris, juntament amb la rata cellarda (*Eliomys quercinus*), són les úniques espècies del gènere *Glis* que es trobem en els boscos catalans. A Catalunya, el *Glis glis* es distribueix per les zones del Pirineu, Prepirineu i la regió oriental humida, seguint els boscos caducifolis, fins arribar al sud de la serralada litoral, concretament el Massís del Montnegre (Freixas, 2008; Freixas, 2017; Torre). El major percentatge d'ocupació del liró gris a les zones de

Catalunya es dona en les localitats de fageda (100%), seguit dels boscos de ribera (75%) i les rouredes i castanyers (66.67%) (Freixes *et al.*, 2011; Freixes *et al.*, 2010).

### **3.4.2.1. Montnegre**

La població de liró gris del Montnegre és la més meridional de la península Ibèrica i es troba situada a la Serralada Litoral, en el parc natural del Montnegre i el Corredor (Freixes, 2017; Boada *com. verb.*, 2018). L'elevada altitud i l'orientació nord-sud del massís li donen unes certes peculiaritats bioclimàtiques que permeten l'establiment d'algunes comunitats vegetals i animals de característiques més septentrionals (Lídia Freixes, 2008; Freixes, 2017).

#### **3.4.2.1.1. Clima**

La proximitat del massís del Montnegre al mar fa que sigui una zona de influència mediterrània (Torre *et al.*, 2010), malgrat aparèixer de forma excepcional un caràcter més eurosiberià en entorns reduïts al voltant dels cims més alts, com el Turó Gros (759m) o el Turó d'en Vives (767 metres) (Freixes, 2017; Freixes, 2008; Piqueras, Boada i Rodoreda, 2008). Les condicions microclimàtiques i litològiques pròpies dels pics més alts del Montnegre, donen lloc a l'aparició de veritables refugis de biodiversitat típics de les zones de climes eurosiberians que no es troben més al sud de la Serralada Litoral (Cros, 1985; Piqueras *et al.*, 2008).

La influència del clima mediterrani al Montnegre allarga el període d'activitat del liró gris i com el fred arriba al voltant del mes de novembre, no és fins aquest moment quan comença el període d'hibernació (Torre *et al.*, 2010; Freixes, 2008). L'època de naixements també es veu afectada per el clima, sent més tardana al Montnegre respecte el Montseny i Europa central, segurament per l'adaptació del cicle biològic de l'espècie a les condicions

ambientals determinades per l'alçada (Freixes *et al.*, 2010). Des del 2004, la peculiar població de liró gris que habita al Montnegre ha criat durant quatre anys consecutius, un fet poc habitual en comparació amb les poblacions europees més septentrionals (Torre *et al.*, 2010).

#### **3.4.2.1.2. Vegetació**

La població més meridional de la península Ibèrica troba els requeriments necessaris per sobreviure i desenvolupar-se en la protecció dels boscos caducifolis de les fondalades més obagues i humides del vessant vallesà (Freixes, 2017; Freixes, 2008; Ferandiz-Rovira *et al.*, 2016; Torre *et al.*, 2010).

A la part culminant del massís del Montnegre, la incidència de les boires dona lloc a la substitució de la vegetació mediterrània per boscos mixtos de roure africà (*Quercus canariensis*) i el roure de fulla gran (*Q. petraea*), acompanyats per un sotabosc amb grèvol (*Ilex aquifolium*), heura (*Hedera helix*), lligabosc (*Lonicera sp.*), vibalda (*Clematis vitalba*), esbarzer (*Rubus ulmifolius*) i lloretet (*Daphne laureola*) (Boada *com. verb.*, 2018; Freixes, 2017; Piqueras *et al.*, 2008; Cros 1985). La major part de les espècies de *Quercus canariensis* i *Q. petraea* que s'hi troben a les zones més altes i barrancs són poblacions principalment híbrides (Montserrat, 1989).

Des del punt de vista biogeogràfic, el *Quercus canariensis* és un dels arbres més significatius del Montnegre i, malgrat el seu nom llatí, no es troba a les Illes Canàries sinó que viu a les muntanyes del l'Àfrica del Nord i s'estén a la part sud-oest de la península Ibèrica (Boada *com. verb.*, 2018; Piqueras *et al.*, 2008). Els boscos de roure africà del Montnegre constitueixen la població més septentrional de l'espècie i tot i també trobar-los en altres zones de Catalunya, al Montnegre és l'únic lloc on formen boscos (Montserrat, 1989).

A les zones de la vall també es troben plantacions de castanyer (*Castanea sativa*), introduïdes per l'home i, més al fons, cap les parts més silíciques humides hi ha presència de bosquets d'avellaner (*Corylus avellana*) (Boada *com. verb.*, 2018; Freixes, 2017; Piqueras *et al.*, 2008; Cros 1985). De forma puntual també es pot observar un petit nombre d'individus de faigs (*Fagus sylvatica*) a les parts més altes de la muntanya (Montserrat, 1989; Torre *et al.*, 2010; Piqueras *et al.*, 2008).

A la tesi elaborada per el doctor Pere Montserrat (Montserrat, 1989) es descriuen de manera més detallada les característiques florístiques i vegetals del Massís del Montnegre, donant èmfasi a l'àmplia biodiversitat de les localitats situades a la part culminant del massís (Piqueras *et al.*, 2008).

#### **3.4.2.2. Montseny**

La població de liró del Montseny és la més pròxima al Montnegre, allunyada només 10 km de distància en línia recta. A diferència del Montnegre, la població del Montseny es situa en la serralada Prelitoral on, gràcies a la variació del clima en altitud, es passa dels estatges mediterranis típics als prats subalpins (Bolós, 1983; Freixes, 2017; Vilar *et al.*, 2004).

La distribució de liró gris al Montseny és àmplia i generalment es troba situada al voltant dels 1100-1200m d'alçada (Freixes *et al.*, 2010; Boada *com. verb.*, 2018). No obstant, la població més important es troba a prop d'Arbúcies, al voltant del restaurant "Molí de les Pipes", on l'espècie manifesta un caràcter més antropòfil (Boada *com. verb.*, 2018, Molina *com.verb.*, 2018).

#### **3.4.2.2.1. Clima**

El clima del Montseny és força similar al del Montnegre i, tal i com s'ha esmentat anteriorment, varia de forma abrupte de les zones baixes fins als cims més elevats i del vessant litoral més humit a l'interior més continental. Es passa doncs, del clima mediterrani amb eixut estival en el baix Montseny a un clima humit a l'alt Montseny arribant fins i tot al fred d'alta muntanya als cims més elevats (Vilar *et al.*, 2004; Freixes, 2017; Panareda i Boccio, 2014).

El clima mediterrani del baix Montseny és de tipus subhumit on són relativament abundants les precipitacions a la primavera i l'estiu. La influència marina dóna lloc temperatures més suaus (Panareda i Boccio, 2014). A l'alt Montseny, tot i haver-hi un augment de les pluges i una disminució de la temperatura, hi ha anys de grans sequeres a l'estiu, afectant de manera negativa a la vegetació eurosiberiana de la zona (Vilar *et al.*, 2004). La raó de l'existència dels boscos de faig (bosc humit que no tolera la dessecació) quan es donen aquestes situacions es deu a la presència de boires. Les boires actuen com una barrera de la insolació, provocant condensació i afavorint el creixement del faig al massís. (Terrades, 1984; Panareda i Boccio, 2014)

Les condicions climàtiques de les altituds on es troba la població del liró gris al Montseny afavoreixen els naixements a mitjans d'agost, període una mica més avançat que en el cas del Montnegre (Freixes *et al.*, 2008).



#### 3.4.2.2.2. Vegetació

La situació geogràfica i l'altitud del Montseny són les responsables de les peculiaritats climàtiques que donen lloc a diferències molt marcades en els estatges (Freixes, 2017; Panareda i Boccio, 2014).

Al Montseny es diferencien dos tipus de paisatges vegetals: (i) el mediterrani amb boscos perennifolis i escleròfils (estatge de l'alzinar de marfull, estatge de l'alzinar muntanyenc) al baix Montseny, i (ii) l'eurosiberià amb boscos caducifolis (estatges de les rouredes, estatge de la fageda) de l'alt Montseny (Vilar *et al.*, 2004). La vegetació eurosiberiana també es pot trobar en els fondals i cursos fluvials de terra baixa (Panareda i Boccio, 2014; Vilar *et al.*, 2004). Respecte el nivell culminant del massís, es troben prats subalpins amb presència de matollars de ginebró amb altres plantes d'afinitat boreoalpina (Panareda i Boccio, 2014).

La població d'estudi de liró gris del Montseny és un clar exemple d'animal de característiques septentrionals i sol trobar-se a la cara nord d'aquest massís dins el bosc centreeuropeu, prop de torrents i rieres humides, sota la protecció dels boscos caducifolis mixtes de roure (*Quercus Petrea* i *Quercus pubescens*) i faig (*Fagus sylvatica*). (Marí, 2009; Boada *com. verb.*, 2018; Freixes, 2017; ). Aquests boscos típicament centreeuropeus representen una petita illa al mig del mar de vegetació mediterrània (*Vegetació Parc Natural del Montseny (s.d.)*). La presència de poblacions de roure africà (*Quercus canariensis*) la trobem al sud-est del massís, cap a les regions de la Selva i el Montnegre (Panareda i Boccio, 2014; Boada *com. verb.*, 2018)

Dins el Parc Natural del Montseny, hi ha delimitades tretze zones de Reserva Natural Qualificada, que corresponen a àrees de màxima protecció i dins les quals no s'ha fet cap tipus d'actuació, ni tan sols explotació forestal, d'ençà la seva creació al 1977 (Vilar *et al.*,

1995). Aquestes àrees són eminentment boscoses i, tot i que la superfície més extensa de bosc caducifoli és ocupada per fageda (*Fagus sylvatica*), una important superfície de rouredes de roure de fulla gran (*Quercus Petrea*) també es troba protegida. Per aquesta raó, al Montseny l'estat de les rouredes és poc alterat (Vilar *et al.*, 2002; Boada *com. verb.*, 2017).

### **3.4.3.Andorra**

La població de *Glis glis* estudiada es situa molt a prop del municipi El Serrat a Andorra. Per tant, està a la serralada del Pirineu, a uns 1600 – 1700 m d'altura, on el clima és molt més eurosiberià que a la resta de poblacions (Torre *et al.*, 2009)

La primera referència científica sobre la presència del liró gris al Principat d'Andorra va ser pel Dr. Martí Boada i el seu equip l'any 1979. (Freixes *et al.*, 2010; Boada *com. verb.*, 2018; Boada *et al.*, 1979)

No obstant això, degut al caràcter antropòfil que s'ha destacat anteriorment en aquesta població, ramaders i agricultors del país coneixien l'espècie per la seva associació amb les bordes i edificacions, que les ocupen sobretot durant la hibernació. (Boada *com. verb.*, 2018; Andorra; Torre *et al.*, 2009).

#### **3.4.3.1. Clima**

El clima, com ja s'ha esmentat anteriorment, és de caràcter eurosiberià, amb precipitacions més abundants que el mediterrani i temperatures més baixes, permetent així vegetació amb característiques més septentrionals.

La pluviometria de la zona és de 1149 mm anuals amb el mes més sec (gener) de 78 mm i el més humit (maig) de 124 mm (Es.climate-data.org, 2018).

Quan es parla de temperatura, la mitjana anual és de 5.8°C. Sent el mes més càlid juliol amb temperatura mitjana de 14.2°C i el mes més fred gener amb 0.8°C (Es.climate-data.org, 2018).

#### **3.4.3.2. Vegetació**

El liró gris es troba en zones de boscos de ribera, entre els 1.100 i 1750 m d'alçada. A la part baixa, les poblacions han anat en regressió a causa de la pèrdua del bosc de ribera per la urbanització i, per aquest motiu, es troben a les zones de Sispony o el Serrat (*Protegint la fauna*, 2012).

Els boscos andorrans, al llarg de dècades, també han patit una intensa explotació forestal, de manera que actualment la major part d'ells es troben en les primeres fases de successió, amb arbres relativament joves (Torre *et al.*, 2009)

A partir d'estudis de seguiment realitzats mitjançant caixes niu, es va observar una major freqüència de lirons grisos al voltant d'avellaners (*Corylus avellana*) que en les zones de roures. El motiu va ser la variabilitat interanual de maduració dels aglans dels roures, que el 2008 no es va produir i va obligar al liró a ocupar els avellaners, que produeixen fruits anualment.(Torre et al., 2010).

#### **3.4.4. Galícia**

La població *Glis glis* a Galícia es troba dins el Parc Natural de O Invernadeiro, situat al centre-oest del massís central d'Ourense (Prieto, 2009; Carballal *et al.*, 2006; Pulgar, 2004).

El Parc Natural de O Invernadeiro és considerat l'ecosistema millor conservat de la província d'Ourense, un espai intacte, lliure de la presència humana, amb una superfície total de 5.722 hectàrees d'àrea de muntanya amb la natura gairebé verge (O Invernadeiro, s.d;

Prieto, 2009; Novo *et al.*, s.d; Paül, 2016; Carballal *et al.*, 2006). Les altituds del parc van dels 882 m (cota de l'embassament de As Portas) fins els 1705m del pic de O Seixo (O Invernadeiro, s.d; Paül, 2016; Carballal *et al.*, 2006; Pulgar, 2004).

El parc pertany, des del 1987, a la Xunta de Galícia i, al juny de 1997 es declara Parc Natural per el Decret 155/1997, gaudint d'un nivell de protecció important com a Zona d'Especial Protecció dels Valors Naturals (O Invernadeiro, s.d; Prieto, 2009; Novo *et al.*, s.d).

#### **3.4.4.1. Clima**

El clima de O Invernadeiro és bastant confús ja que el nombre de pluges totals que es donen són típiques del clima atlàntic, mentre que la sequera estival és més pròpia del domini mediterrani. L'hivern és plujós i fred, però la sequera d'estiu matisa el caràcter oceànic del clima. Per tant, O Invernadeiro es podria situar en el límit entre ambdós climes, sent l'atlàntic el que es creu que domina per sobre el mediterrani (Paül, 2016).

#### **3.4.4.2. Vegetació**

La ubicació biogeogràfica del parc i les migracions de la flora amb el canvis climàtics ajuden a explicar les característiques de les espècies vegetals que viuen en el parc (Pulgar, 2004).

El Parc Natural de O Invernadeiro es troba al límit de les anomenades regions erosiberiana i mediterrània. La confluència de les característiques típiques d'ambdues regions proporcionen a l'espai un interès botànic excepcional (O Invernadeiro, s.d; Prieto, 2009; Paül, 2016; Pulgar, 2004) amb espècies arbòries atlàntiques o atlàntiques-continentals, com el roure pèrol (*Quercus robur*) i submediterrànies, com el roure reboll (*Quercus pyrenaica*) (O Invernadeiro, s.d ; Prieto, 2009; Carballal *et al.*, 2006, Boada *com. verb.*, 2018). Alguns autors com Castroviejo (1977) consideren que la vegetació potencial majoritària d'

Invernadeiro són les comunitats dominades per el *Quercus pyrenaica*, mentre que d'altres, com el cas de Izco (2001), pensen que és la roureda de *Quercus robur* (Paül, 2016; Prieto, 2009). Juntament amb els diferents tipus de roure apareixen formacions de matollar baix i altres espècies com el grèvol (*Ilex aquifolium*) o bedoll (*Betula*) i castanyers centenaris (*Castanea Sativa*) (O Invernadeiro, s.d ; Prieto, 2009; Pulgar, 2004). Aquests tipus de vegetació de muntanya són refugis actualment a zones ombrívols i de tàlveg, arribant a altituds superiors als 1400m.

### **3.5. Treballs anteriors relacionats amb el liró gris (*Glis glis*)**

#### **3.5.1. Estudis: Freixas *et al.*, 2010-2012**

Un projecte que ha servit d'exemple per tot un seguit d'estudis a nivell català de poblacions de liró gris (*Glis glis*) és el seguiment de poblacions del Montnegre i el Corredor on es van instal·lar caixes niu dissenyades pels biòlegs del Museu de Granollers (els pioners de l'iniciativa) amb el propòsit de substituir les cavitats naturals a curt termini i facilitar l'estudi de l'espècie. Les característiques i col·locació d'aquestes caixes, així com el procediment de recollida d'informació i de marcatge d'exemplars es poden consultar a (Freixas, Pertierra, Torre, Arrizabalaga, 2011). Aquest seguiment comença a Montnegre – Corredor l'any 2004, el 2007 s'afegeix el Montseny i el 2008 Guillerries-Savassona i Andorra, el que dona una homogeneïtzació de metodologies que permet, més tard, la comparació entre elles. Actualment hi ha 150 caixes niu en 25 localitats representant diferents hàbitats i diferent gradient altitudinal.

Es realitzen dues revisions de caixes a l'any: una a l'hivern, durant el període d'hibernació, per netejar la caixa; i l'altre al setembre-octubre, al període reproductiu, per aconseguir les

dades necessàries per l'estudi. Es calcula la taxa d'ocupació (tant per observació directa com indirecta, ja sigui per individu observat com per restes de niu o excrements) i la taxa de reproducció observada. Es veu que hi ha una reproducció regular a les rouredes i castanyedes però irregular a les fagedes i nul·la als alzinars.

S'observa que la presència del liró a les caixes niu del Montnegre (la població més meridional i de menys altitud) va des del juliol al novembre, en canvi, les poblacions centreeuropees (i les catalanes amb característiques més eurosiberianes) comencen a ocupar les caixes a principis de maig fins a l'octubre. Les caixes niu ubicades a localitzacions de bosc escleròfil no tenen presència de liró gris. Per tant, s'han de vigilar les zones eurosiberianes que limiten més amb climes mediterranis, ja que un canvi climàtic pot retrocedir aquesta vegetació i veure's compromeses les poblacions de Montseny, però sobretot la de Montnegre. Els nivells generals d'ocupació i reproducció tenen variacions fortes espacio-temporals a les localitats, degudes als recursos alimentaris disponibles de cada any a la zona concreta. El període de naixement al Montnegre és més tardà i més flexible (pot tenir major durada) que a la resta de les poblacions a Catalunya i Andorra per, segons es creu, una adaptació a les condicions climàtiques temperades de la zona i la disponibilitat de més varietat de fruits disponibles durant la tardor. Diversos exemplars de lirons poden agrupar-se a les caixes, especialment en cas d'amenaça per depredadors. S'ha detectat que utilitzen les caixes per dormir, reproduir-se i emmagatzemar aliment però no per hibernació, ja que prefereixen llocs que mantinguin una temperatura més estable en aquesta època.

Com a fet fortuït s'ha constatat la depredació d'un exemplar de liró gris per una mostela (*Mustela nivalis*) per l'identificació d'excrements amb parts de liró i dentades de mostela al crani del liró. S'ha de continuar estudiant l'espècie per saber si es converteix en hàbit.

Una singularitat del seguiment al Montseny de 2010, és la monitorització amb càmeres de videovigilància nocturna que permeten aconseguir més dades.

### **3.5.2. Estudi de Ferrandiz-Rovira *et al.*, 2016.**

Un article, del qual parteix aquest treball és aquest, que estudia la relació de sexes en les ventrades del liró gris a Montnegre i Montseny durant 9 anys.

Els resultats mostren que la relació de sexes està esbiaixada cap als mascles en la població del Montnegre però és equilibrada a la del Montseny. L'equip suggereix que la superproducció de mascles pot ser una estratègia contra l'aïllament que pateix la zona de Montnegre, ja que els mascles són el sexe dispersiu.

La metodologia de recollida de mostres té un procediment normal de sexar individus, determinar l'edat i identificar-los, per més detall consultar article.

Els resultats surten de 74 camades entre Montseny i Montnegre, però cal informar que més de la meitat d'individus juvenils no són recapturats l'any següent de l'identificació. S'observa que la relació de sexes depèn de la població estudiada i, malgrat el mateix esforç de mostreig, hi ha més població al Montseny. Una dada interessant és que la relació de sexes en l'etapa adulta no és esbiaixada.

Es discuteix que la diferència de relació de sexes es deu a que hi ha diferents efectes de selecció a ambdues poblacions. La hipòtesi dels proposada és que la manca de mascles madurs crea una necessitat de producció d'aquests. Aquesta necessitat de dispersió dels adults mascles pot ser deguda a la baixa qualitat d'hàbitat de la zona de Montnegre o a que l'aïllament causa consanguinitat. Com es troben els individus en una zona aïllada, tenen menys possibilitats d'arribar a un territori amb hàbitat favorable. La manca que té aquest treball és la impossibilitat de calcular la consanguinitat ni els comportaments dispersius, d'aquí surt el nostre treball, que intenta conèixer la variabilitat genètica de les

poblacions. Per tant, la producció de més mascles que femelles és per compensar el biaix de dispersió segons el sexe amb l'immigració limitada i/o l'alta mortalitat de macles.

### **3.5.3. Estudi de Moska *et al.*, 2016.**

Un estudi fet a Polònia, volia observar la diversitat genètica del liró gris, tot i que no s'ha fet el mateix estudi que es presenta en aquest treball. Els resultats de Moska són d'heterozigositat observada i esperada, i del coeficient d'endogàmia.

Es van utilitzar mostres de cabell amb l'arrel per fer els anàlisis de DNA amb dos tipus de marcadors: (1) DNA nuclear amb 11 microsatèl·lits i (2) DNA mitocondrial amb fragments de cytochrome *b*.

Els resultats mostren un baix nivell de diversitat que els autors suggereixen pot ser degut a la fragmentació d'hàbitat, mostrant un increment d'homozigositat perquè són poblacions aïllades i petites. També es duen a terme analítiques de filogenètica utilitzant 22 seqüències alineades de DNA mitocondrial de cytochrome *b*.

Els resultats mostren que el nombre més proper d'agrupació genètiques és de només una i un nivells de polimorfisme inesperadament baixos que podria ser degut a diversos colls d'ampolla durant els períodes glacials. Creen una hipòtesi, com a causa del baix nivell de diversitat genètica (1) que el liró gris és un especialista d'hàbitat i la destrucció d'aquest fragmenta poblacions i les aïlla, limitant el flux genètic; (2) que l'espècie té una baixa capacitat de dispersió perquè es desplaça d'arbre en arbre, i això fa que en el moment que hi hagi una petita clariana també es redueixi el flux genètic per fragmentació; (3) la reproducció va sincronitzada amb la disponibilitat d'aliment, i una estructura genètica bona necessita reproducció regular; (4) que la variabilitat genètica sigui pròpia del liró gris, fet que s'hauria de contrastar amb el registre fòssil.

### **3.5.4. Estudi de Herdegen *et al.*, 2015.**



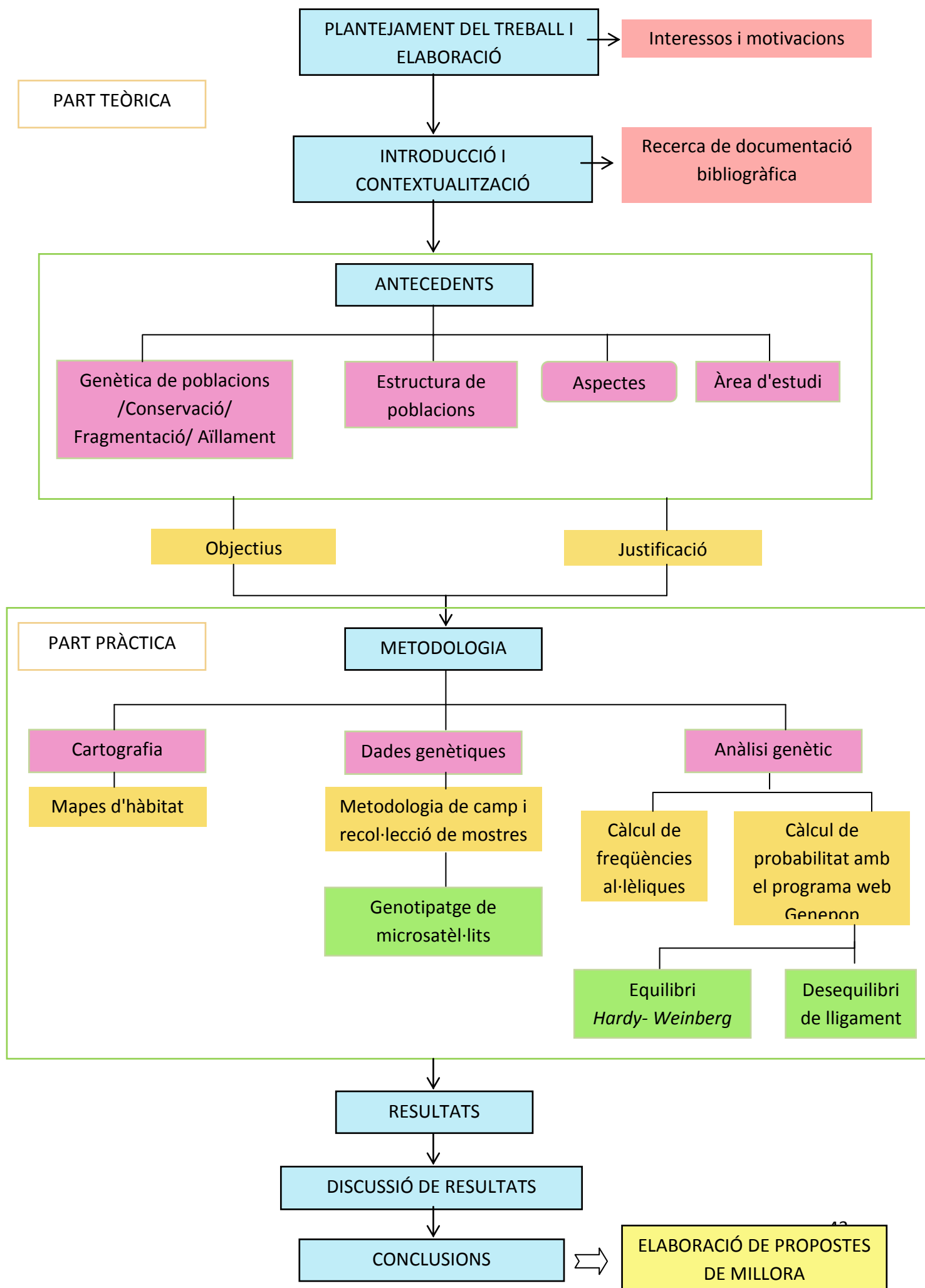
Aquest article també estudia l'estructura genètica i la diversitat del liró gris però el que compara són hàbitats amb més o menys fragmentació i que tinguin una superfície més o menys gran, tot i ser fragmentada. L'estudi es du a terme amb 22 microsatèl·lits i els resultats obtinguts són que les poblacions més fragmentades mostren una limitació de flux genètic i tenen nivell més baix de diversitat genètica. El programa estadístic, mostra tres grups genètics probablement deguts a diferents adaptacions ambientals o a colonitzacions del passat. També té com a objectiu la conservació de l'espècie, que a Polònia és amenaçada, a diferència d'Espanya, que només és propera a amenaça.

## **4. METODOLOGIA**

A continuació s'expliquen el mètodes i les eines utilitzades, així com la procedència de la majoria de dades del nostre estudi.

### **4.1. Diagrama metodològic**

Aquest diagrama (esquema 1) mostra els passos principals del treball.



Esquema 4.1. Diagrama metodològic.

## 4.2. Cartografia

S'ha decidit crear un mapa de tipus d'hàbitats pel liró gris a la regió nord de la península ibèrica i sud de França. L'objectiu de la realització d'aquest mapa és estudiar, segons les cobertes del sòl que siguin favorables (o no) per l'habitabilitat i desplaçament de l'espècie, la connectivitat entre les quatre poblacions d'estudi. Malgrat que un individu no pugui recórrer llargues distàncies arbrades (Worschech, 2012; Jurczyszyn, 2006; Morris i Hoodless, 1992; Properzi *et al.* 2003; Morris, 1997), i molt menys d'espais oberts (Worschech, 2012; Bieber, 1995; Jurczyszyn, 2006), la fita a aconseguir amb la realització d'aquest mapa és conèixer el potencial de desplaçament de poblacions a llarg termini per determinar si és possible l'intercanvi genètic entre poblacions, creant així un flux genètic indispensable per la salut de les poblacions peninsulars i la seva viabilitat a llarg termini.

Per la realització del mapa s'han descarregat dues capes: la CORINE (Coordination of information on the environment) en format ràster (mapa de cobertes del sòl d'Europa, 2012) i la MCSA (Mapa de Cobertes del Sòl d'Andorra) en format vectorial (mapa de cobertes i usos del sòl d'Andorra, 2000). S'ha escollit la resolució espacial del CORINE a 250m, ja que la distància màxima desplaçable del liró en espais oberts és de 270m (Worschech, 2012), tot i que un altres estudis postulen que la distància màxima en espais obert és únicament de 50m (Biever, 1995; Jurczyszyn, 2006). El programa que s'ha utilitzat per processar les capes esmentades anteriorment ha estat el MiraMon i, els processos s'han desenvolupat amb ràsters i amb el sistema de referència cartogràfic Lambert Azimuthal Equivalent amb origen 10E i 52N amb Datum ETRS89 (model el·lipsoïdal).

Primerament s'han reclassificat els dos ràsters CORINE i MCSA per tenir quatre hàbitats segons els tipus de cobertes del sòl i s'han mosaicat les dues capes. Els tipus d'hàbitats són

favorable (coberta de bosc caducifoli), transitable (coberta de bosc), semi barrera (espais naturals oberts i/o no arbrats) i barrera (espais urbanitzats, d'aigua, infraestructures viàries, etc.), per veure la relació categoria de coberta del sòl i hàbitat anar a annexos (apartat 9.1, taules 9.3 i 9.2).

Després, per afegir la situació geogràfica de les quatre poblacions d'estudi s'han mirat les coordenades d'un document preexistent (Freixas, L., 2017) i s'ha creat una base de dades espacials de punts.

Finalment, per la presentació s'han utilitzat la capa de països d'Europa (Mapa de països d'Europa, 2015) i un mapa estructurat topològicament amb el criteri de fusió de polígons pel camp "Código autonomía", a partir de les Col·leccions Preferides de MiraMon, concretament els límits administratius (vectorial) dels mapes típics d'Ibèria.

Per veure els passos més detalladament anar a l'apartat d'annexos (9.1. Metodologia mapes).

### **4.3. Dades genètiques**

Per aconseguir els objectius d'aquest projecte, es treballa amb dades genètiques per veure la viabilitat de les poblacions d'estudi a llarg termini i oferir coneixement per gestionar la seva conservació. Aquesta viabilitat es garanteix si els individus no estan encaminats cap a l'estancament genètic.

#### **4.3.1. Mètodes de camp i recol·lecció de mostres**

En aquest estudi no ha sigut necessari realitzar sortides de camp per obtenir la informació genètica de les poblacions. Totes les dades amb les que s'ha treballat, han sigut obtingudes a través del "Programa de seguiment del liró gris" que el Museu de Ciències Naturals de

Granollers va dur a terme. Els investigadors del museu, han sigut els encarregats de realitzar la metodologia de camp per l'extracció de les mostres genètiques dels individus de les zones del Montnegre, Montseny i Andorra. Pel cas de Galícia, entitats col·laboradores de la zona han sigut les responsables de proporcionar les mostres genètiques.

Des del 2012 fins al 2016, hi ha un registre total d'anàlisi de 269 lirones grises de vida lliure, extrets a les localitats del Montnegre, Montseny, Andorra i Galícia. Aprofitant les revisions periòdiques que es realitzen a les caixes niu durant el dia, els lirones van ser capturats i se'ls hi va extreure una petita mostra de pèl. És important tenir en compte que els lirones són molt ràpids i, tot i tenir una mida reduïda, presenten una gran força a les mandíbules. Per aquest motiu, és necessari tenir una certa pràctica i coneixements per la manipulació de l'espècie. El Museu de Ciències Naturals de Granollers ha elaborat un protocol de seguiment del liró on indica les mesures i les pautes que han d'adoptar-se per la captura dels individus i per l'extracció de les mostres de pèl (Freixas, Torra i Arrizabalaga., 2016).

Les 269 mostres de pèl recollides, van ser guardades en bosses de paper correctament etiquetades i van ser enviades a genotipar per un total de 18 microsatèl·lits a la *Adam Mickiewicz University* (Polònia) dins el marc d'una col·laboració amb la Dra. Mirka Dabert, que ja ha treballat prèviament amb genètica de lirones. De les mostres, 165 procedien d'individus del Montseny, 65 del Montnegre, 19 d'Andorra i 20 Galícia.

El procediment de laboratori que es va seguir per genotipar els microsatèl·lits es va realitzar de la mateixa manera que en altres estudis previs (Dabert , 2009; 2012).

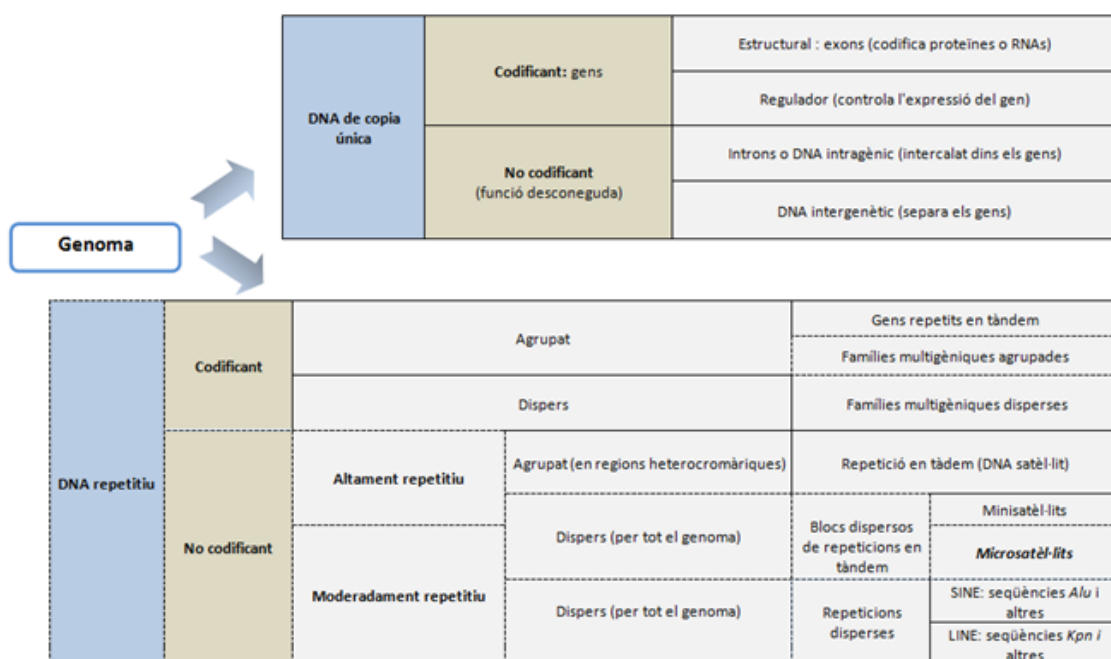
### 4.3.2. Microsatèl·lits

Per poder entendre millor què és el genotipatge de microsatèl·lits, és necessari tenir clar el terme de microsatèl·lit i la funcionalitat que té dins el genoma dels eucariotes.

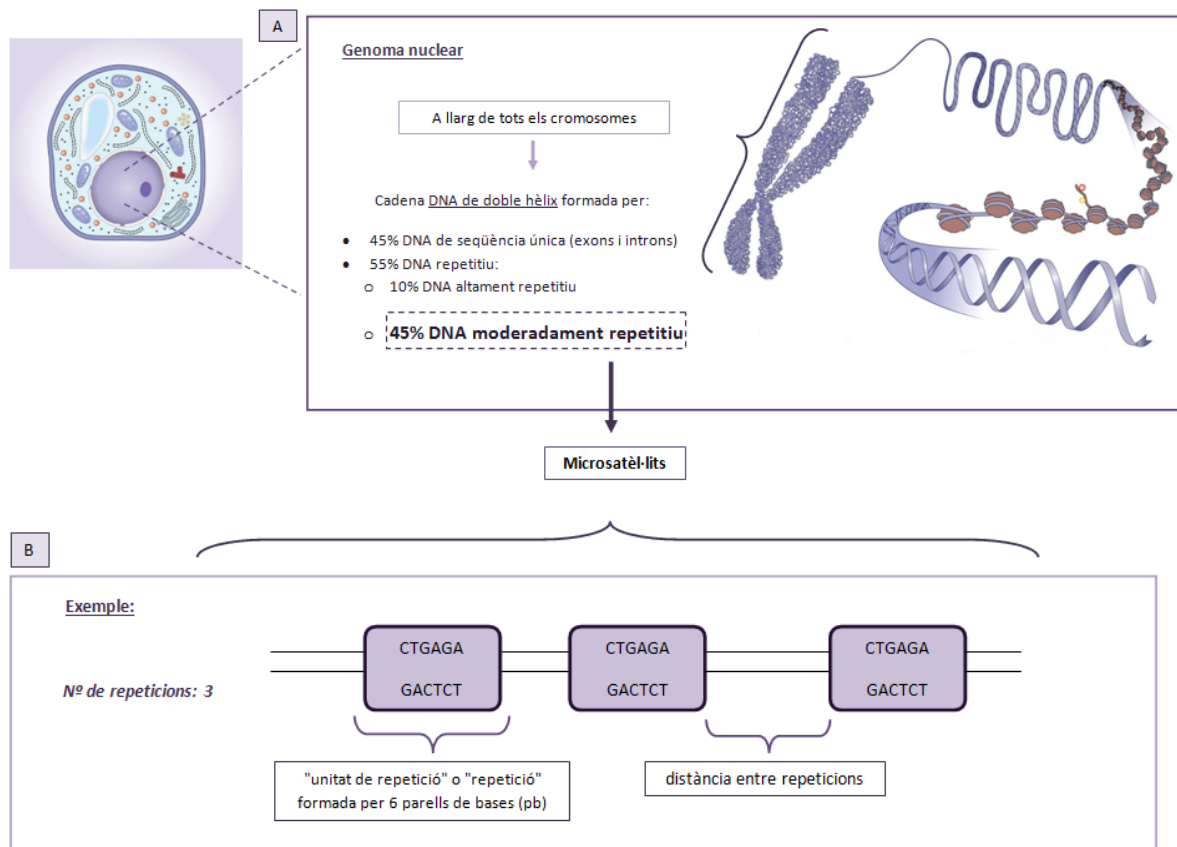
Els 18 microsatèl·lits que es van genotipar es troben dins del genoma nuclear. El genoma és qui proporciona el gran volum d'informació genètica essencial (Strachan i Read, 2004) i es troba a l'interior dels cromosomes, en forma de molècules lineals llargues de DNA de doble hèlix molt condensat i estretament associat a histones i altres proteïnes (Luque i Herráez, 2001).

La "complexitat" del genoma vindrà donada per la presència de grans regions que no codifiquen cap producte (DNA no codificant) i l'existència de seqüències de DNA que es repeteixen en un nombre més o menys elevat de vegades (DNA repetitiu). (Luque i Herráez, 2001).

En funció d'aquests dos conceptes (repetitivitat i caràcter codificant) el DNA es pot classificar en diverses categories (Peter Sudbery, 2004) (Il·lustració 4.1.):



Il·lustració 4.1. Estructura del genoma



Il·lustració 4.2. Localització dels microsatèl·lits dins al genoma nuclear. A. Font: González. E., 2003. B. Informació extreta de Luque i Herráez., 2001.

Els microsatèl·lits (il·lustració 4.2), són marcadors repetitius o VNTRs (Variable Number of Tandem Repeats), constituïts per seqüències curtes de 1 a 6 parells de bases de nucleòtids que es repeteixen en tàndem un gran nombre de vegades (SSRS, Short Sequence Repeats) (González.E ,2003). Les unitats de repetició es presenten agrupades en blocs fins a 50 repeticions, també distribuïdes de forma dispersa per el genoma ((Luque i Herráez., 2001). Presenten herència mendeliana simple, són codominants (es poden diferenciar els homozigòtics dels hereozigòtics) i tenen un elevat nombre d'al·lels en un mateix locus (altament polimòrfics) (González.E ,2003).

La funcionalitat del DNA microsatèl·lit és encara desconeguda però, gràcies a la gran variabilitat que hi ha entre els individus, es pot utilitzar com a marcador molecular en probes d'identificació d'individus i estudis familiars (anàlisi de lligament genètic, per exemple) (Luque i Herráez., 2001). La variabilitat del DNA microsatèl·lit es coneix també



amb el nom “Polimorfisme de repetició tàndem curt” (PRTC), i es tipifica mitjançant la tècnica analítica de reacció per la cadena de polimerasa (PCR, Polymerase chain reaction) (Strachan i Read, 2004)

#### **4.3.3. Càlcul de probabilitat amb el programa web Genepop**

##### **4.3.3.1. Anàlisi genètic**

El procediment desenvolupat al laboratori ha permès adquirir les longituds dels 18 microsatèl·lits en cada una de les còpies procedents dels progenitors, obtenint en total dues còpies de cada microsatèl·lit per cada un dels individus estudiats. S'estudien únicament aquests 18 microsatèl·lits, en un estudi anterior eren 22 microsatèl·lits d'individus a Polònia (Herdegen *et al.*, 2015), perquè el descartats són homozigots per totes les poblacions de la península Ibèrica.

La primera part de l'anàlisi genètic consta del càlcul de freqüències al·lèliques per cada microsatèl·lit. Per tant, es calcula la proporció de cada al·lel per cadascun dels 18 microsatèl·lits i per cada població amb l'objectiu de comparar freqüències entre poblacions.

La segona i tercera part de l'anàlisi genètic de les dades consisteix en l'aplicació de dos paràmetres estadístics: l'equilibri de Hardy-Weinberg (HW) i el desequilibri de lligament (LD). Les dues proves es realitzen a través del programa web Genepop 4.2 (<http://genepop.curtin.edu.au/>). Per executar els càlculs, les dades han de ser modificades prèviament seguint les indicacions establertes en el programa. El programa web per les opcions 1.3. i 2.1 (les opcions per HW i LD) té un seguit de valors per modificar els procediments a seguir, es deixen els valors per defecte.

Primerament, es tria l'opció 1.3 per obtenir els resultats d'un test de probabilitat dels tests exactes de Hardy-Weinberg (*Probability Test on Hardy-Weinberg Exact Tests*). S'escull

aquesta opció perquè facilita uns resultats de valor de probabilitat (*P-value*) amb el seu error estàndard (*Standard Error, S.E.*), que donaran a conèixer la desviació de l'Equilibri Hardy-Weinberg per cada microsatèl·lit. Aquesta desviació, mostra signes d'aparellament no aleatori (endogàmic) que és una manifestació de poblacions amb problemes d'aïllament, reduint conseqüentment la viabilitat de la població d'estudi a llarg termini per estancament genètic.

En segon lloc, s'escull la opció 2.1 per realitzar l'estadística de proporció logarítmica de probabilitat per cada parell de microsatèl·lits a cada població (*Test for each pair of loci in each population using the log likelihood ratio statistic*). El test dona la probabilitat (*P-value*) que té cada una de les diferents combinacions de parells de microsatèl·lits d'heredar-se en equilibri de Hardy-Weinberg d'una generació a una altra. Quan la probabilitat entre el parell de microsatèl·lits diferents és baixa, indica que es donen desviacions de Hardy-Weinberg perquè aquells dos microsatèl·lits, que formen el parell, s'hereten conjuntament i, per tant, serà indicatiu de que la reproducció que es dona dins la població és entre individus propers. De la mateixa manera que per l'opció de Hardy-Weinberg, també es calculen els valors d'errors estàndard. Finalment realitza una prova global, a partir del mètode de Fisher, per veure la probabilitat de cada parell de microsatèl·lits entre les quatre poblacions.

## 5. RESULTATS

Aquest apartat presenta els resultats del treball, tant genètics com de tipus d'hàbitat. Es descriu objectivament el que s'observa en el resultats.

### 5.1. Resultats estudi cartogràfic

El mapa global resultat de l'estudi cartogràfic és el mapa 3, que es comenta desglossat en els apartats 5.1.1., 5.1.2., 5.1.3. Aquest mapa té quatre tipus d'hàbitats:

- i. Hàbitat favorable: bosc caducifoli
- ii. Hàbitat transitable: bosc o formacions forestals perennifòlies
- iii. Hàbitat semi-barrera: espais oberts (o zona no arbrada) "naturals" o poc antropitzats.
- iv. Hàbitat barrera: espais urbanitzats o molt antropitzats.

La zona d'hàbitat semi-barrera només permet la dispersió del liró gris amb distàncies de fins a 270m segons l'estudi de Worschech (Worschech, 2012). Un altre estudi assegura que poden desplaçar-se per longituds majors de 46m (Bieber, 1995) i un tercer diu que aquestes àrees han de ser menors a 500m (Jurczyszyn, 2006) Així doncs, per distàncies superiors a 0.5 km aquest hàbitat es considera infranquejable. Com la resolució espacial d'aquest mapa és de 250m, amb un hàbitat semi-barrera de dos píxels entre hàbitats favorables i/o transitables es considera un impediment de la dispersió del mamífer arbori. Mentre que si només hi ha un píxel, l'individu podrà fer el desplaçament amb èxit.

### **5.1.1.Zona Montnegre – Montseny**

La zona entre els massissos Montseny i el Montnegre és una zona on hi abunda el tipus d'hàbitat favorable pel liró gris. Tot i així, es veu una clara zona lineal de barrera i de semi-barrera (zona marcada en requadre blanc al mapa 5.1.). Tanmateix, a la part nord-oest del Massís del Montnegre i a la part est d'aquest, a uns 5 i 18 km en línia recta (respectivament) de la nostra població d'estudi, hi ha dues zones més grans i amples d'hàbitat barrera i semi-barrera (zones marcades en requadre vermell al mapa 5.1.).

### **5.1.2.Zona Montseny – Andorra**

En línia recta entre la zona del massís del Montseny i Andorra, hi ha un seguit de semi-barreres de dimensions importants. Aproximadament a uns 14 km direcció nord-oest de la població estudiada del Montseny se'n localitza una (zona requadre blanc mapa 5.2.), a 16 km direcció sud-est de la població d'El Serrat una altra (zona requadre vermell mapa 5.2.) i a 14 km més en la mateixa direcció una tercera (zona requadre blau mapa 5.2.).

Les dues poblacions estan connectades per hàbitat transitable, però són àrees molt extenses (18-30 km) i amb les semi-barreres esmentades anteriorment.

Malgrat tot, la població del Montseny consta d'una gran superfície direcció nord i nord-est (zona requadre rosa mapa 5.2.) amb molta àrea d'hàbitat favorable i amb molta continuïtat fins arribar a uns 33 km al nord del límit català del municipi de Montagut i Oix, on torna a tenir menys connectivitat i porcions més petites d'aquest hàbitat favorable.

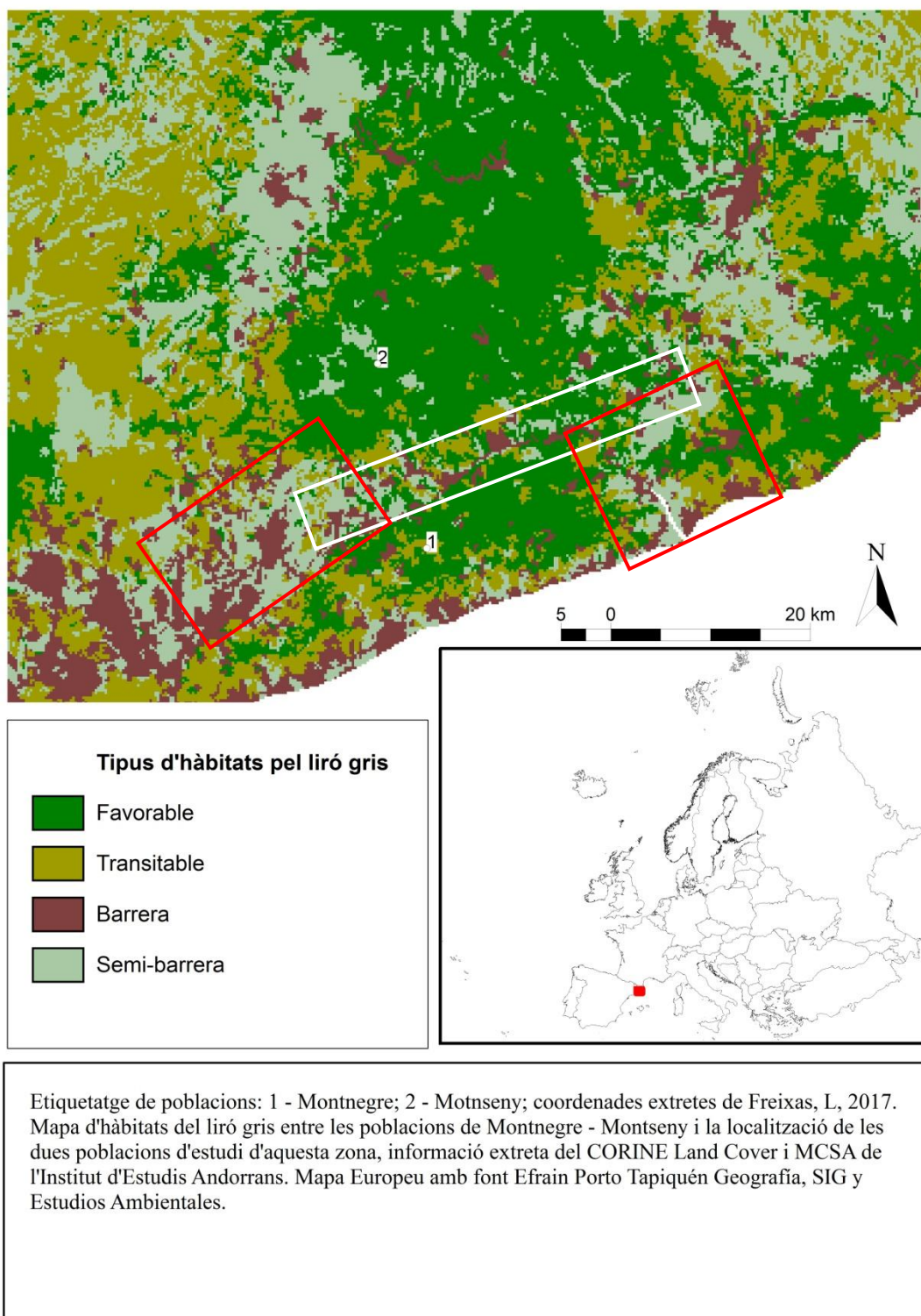
En canvi, la població del Serrat no té connectivitat amb la part francesa, ja que la zona més propera en línia recta és situada a 7 km de distància amb hàbitat semi-barrera (zona requadre taronja mapa 5.2.).

### **5.1.3.Zona Galícia – Andorra**

Al voltant de la població estudiada d'Invernadeiro hi ha molta zona amb taques d'hàbitat favorable de poca extensió i aïllades, però també es troben, amb menys freqüència, algunes taques d'hàbitats transitable i barrera petites i sense connexió entre elles. La majoria d'hàbitat, per tant, és semi-barrera.

En general, per tot el nord peninsular hi ha hàbitat fragmentat, amb moltes illes petites d'hàbitat favorable. A la zona del País Basc (zona requadre vermell mapa 5.3.) hi ha més àrea d'hàbitats tant favorable com transitable i amb menys distància entre elles, com també succeeix al límit entre les comunitats de Castella i Lleó i La Rioja (zona requadre blanc mapa 5.3.). La zona d'Euskadi amb més connexió arriba fins l'oest, nord i nord-est de Navarra (zona requadre blau mapa 5.3.) amb dominància d'hàbitat favorable. En canvi, a la frontera est de Navarra predomina l'hàbitat transitable amb clapes de caducifolis i així es manté fins arribar a la zona andorrana (zona requadre rosa mapa 5.3.).

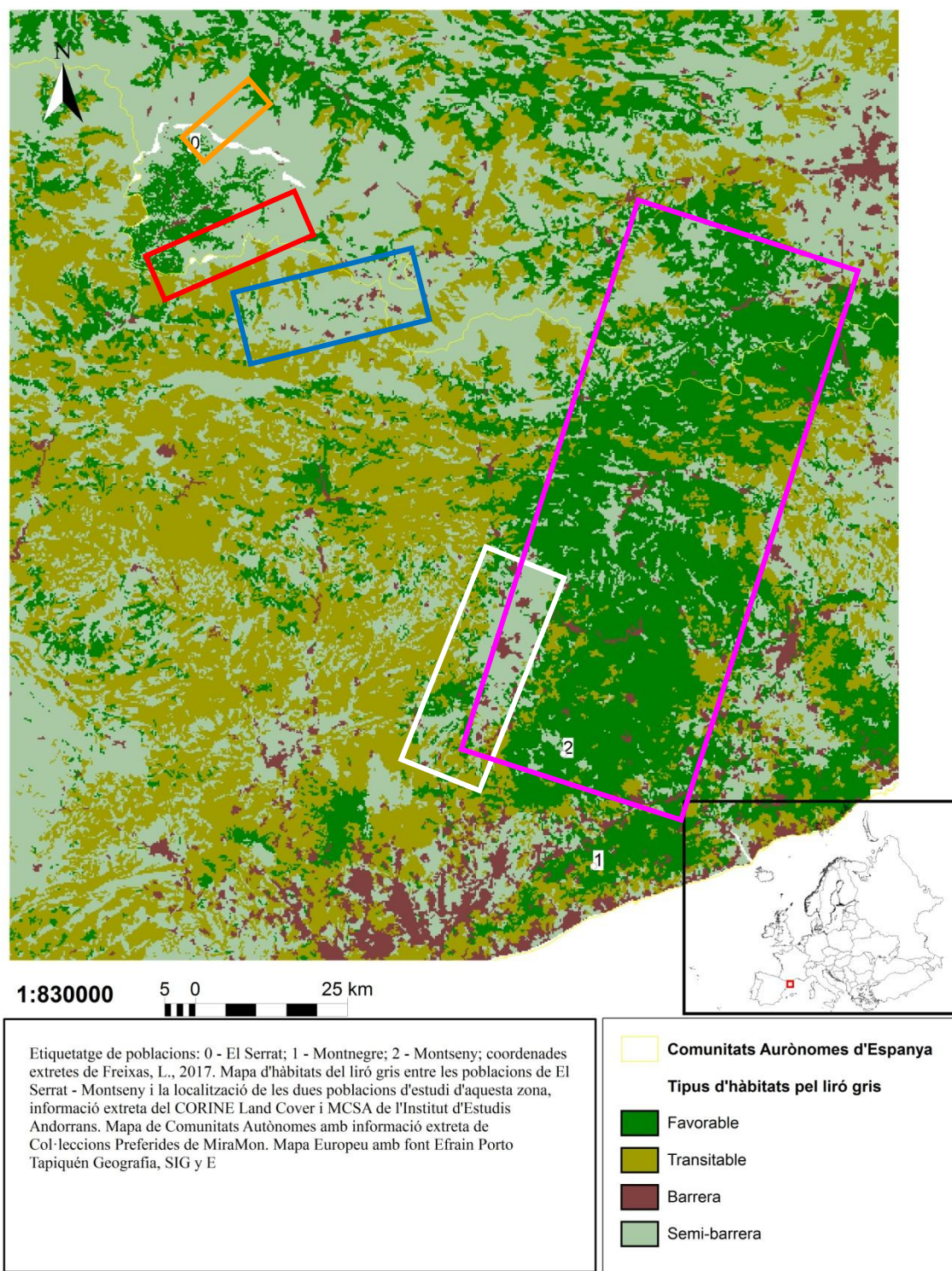
## Tipus d'hàbitat del liró gris a la zona Montseny - Montnegre



Mapa 5.1. Mapa d'hàbitats del liró entre les poblacions d'estudi del Montnegre i el Montseny.



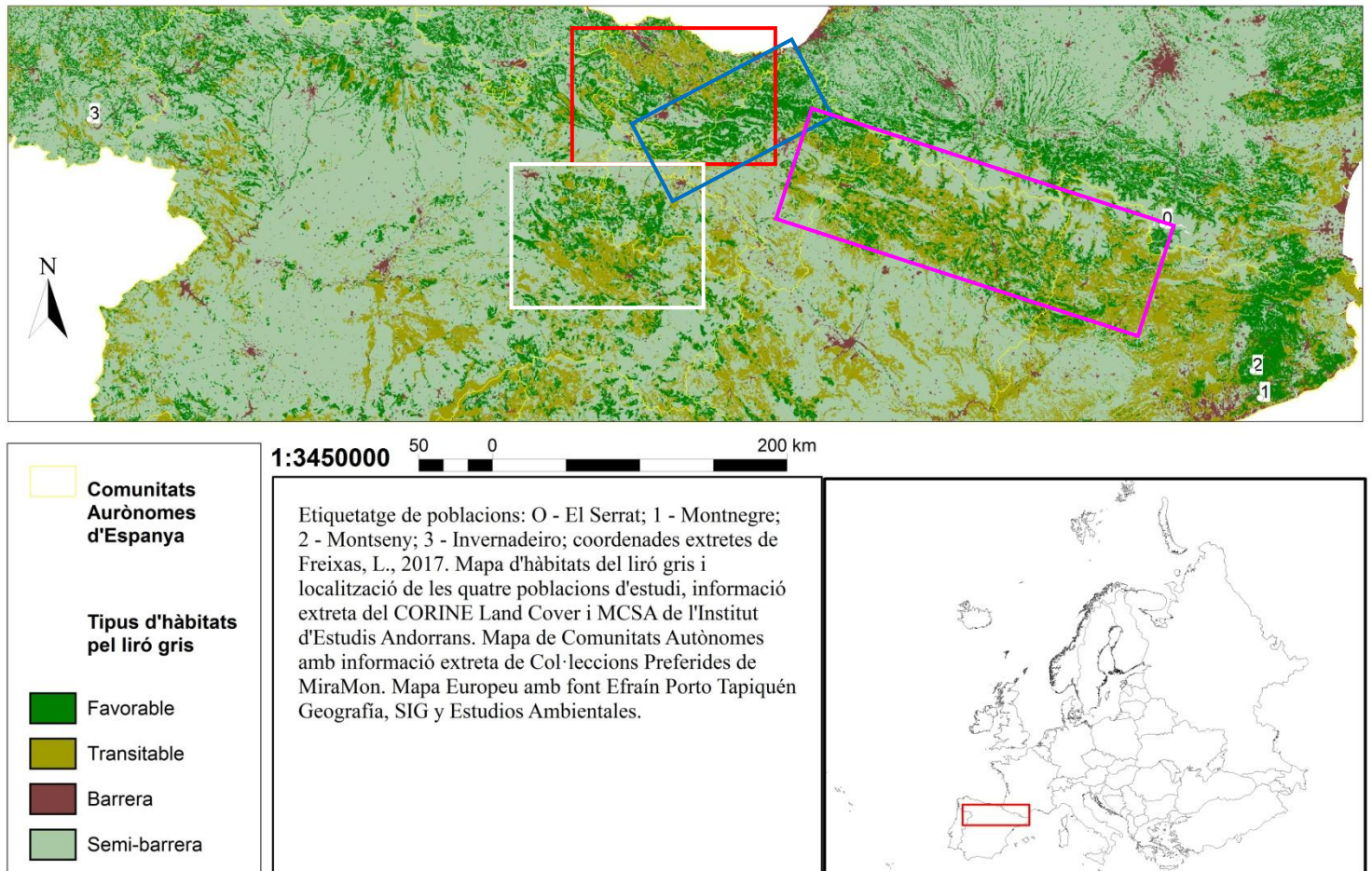
## Tipus d'hàbitat del liró gris a la zona Montseny - Andorra



Mapa 5.2. Mapa d'hàbitats del liró entre les poblacions d'estudi del El Serrat i el Montseny. Escala numèrica pot haver estat modificada en la presentació del document.



## Tipus d'hàbitats pel liró gris i les 4 poblacions d'estudi



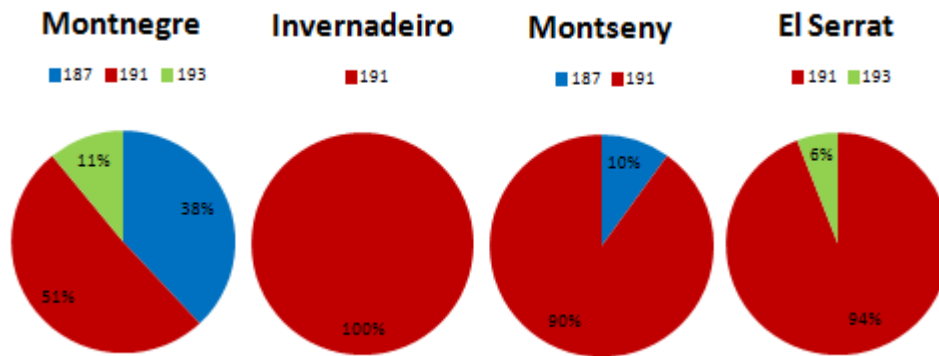
Mapa 5.3. Mapa de resultats. Escala numèrica pot haver estat modificada en la presentació del document.

## 5.2. Resultats estudi genètic

### 5.2.1. Freqüències al·lèliques

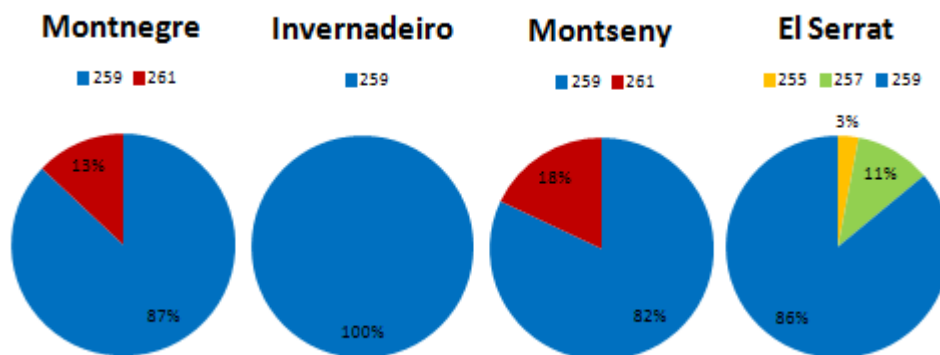
Pel microsatèl·lit plich02 es troba que la freqüència dominant a totes les poblacions és l'al·lel 191, sent l'únic al·lel present a la població d'Invernadeiro. Montnegre és la població amb més diversitat al·lèlica amb un còmput de tres i és la població amb menor freqüència (0.51). Cal ressaltar, però, que l'al·lel 187 només està present al Montseny i al Montnegre i, en canvi, l'al·lel 193 al Serrat i Montnegre. (Freqüències representades al gràfic 5.1)





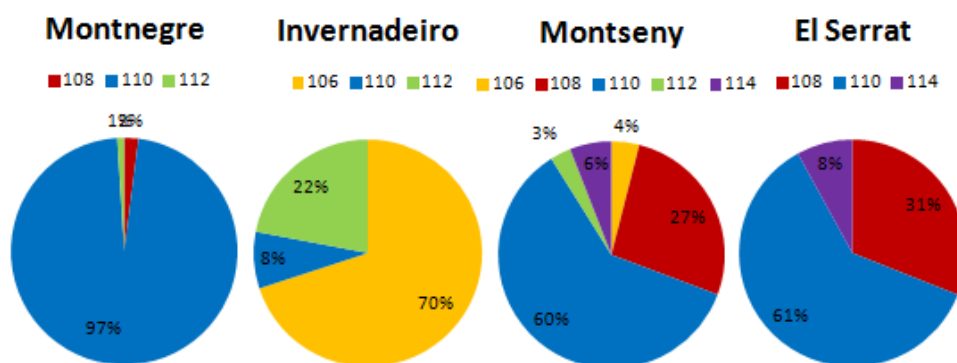
Gràfic 5.1. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich02 per cada població.

El microsatèl·lit plich03 té l'al·lel 259 en majoria a totes les poblacions i a Galícia, igual que l'anterior, torna a ser l'única possibilitat. En aquest cas és la població Andorrana la que té més nombre d'al·lels (tres també). La freqüència mínima de l'al·lel majoritari és 0.82. L'al·lel 261 és únic de les poblacions Catalanes (Freqüències representades al gràfic 5.2).



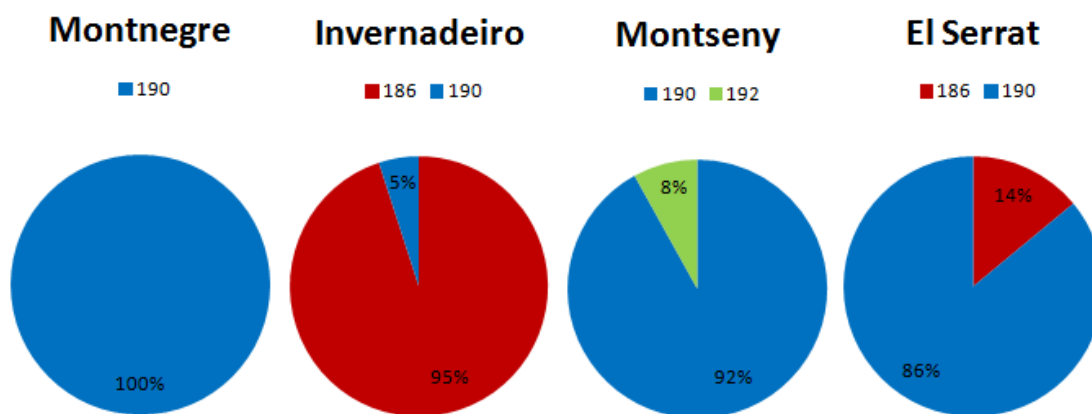
Gràfic 5.2. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich03 per cada població.

El plich04 té l'al·lel 110 present a totes les poblacions d'estudi i és el majoritari exceptuant Galícia, on predomina l'al·lel 106. En aquest cas, Montseny té el màxim d'al·lels amb un total de cinc. L'al·lel 114 només és present al Montseny i Andorra, mentre que el 106 és exclusiu de Montnegre i Galícia (Freqüències representades al gràfic 5.3).



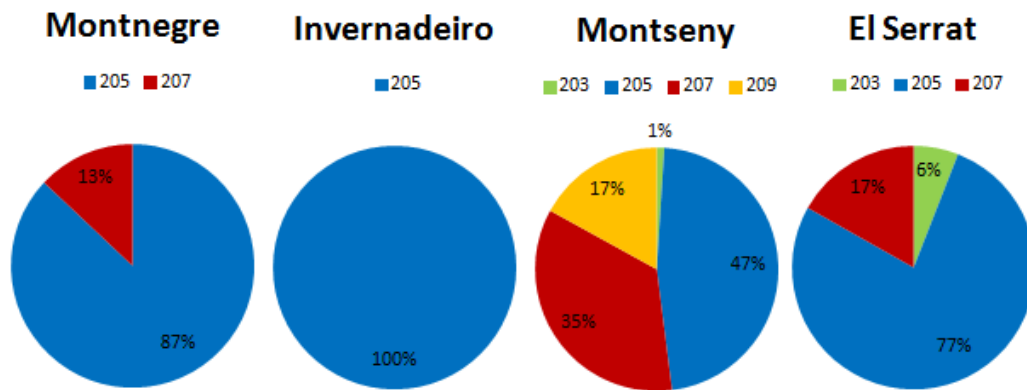
Gràfic 5.3. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich04 per cada població

El plich05 presenta l'al·lel 190 a totes les poblacions (únic al Montnegre), sent la freqüència dominant a totes exceptuant Galícia, on domina el 186. En aquest cas, el Montseny té al·lel específic (192) i El Serrat i Invernadeiro presenten al·lel 186. (Freqüències representades al gràfic 5.4)



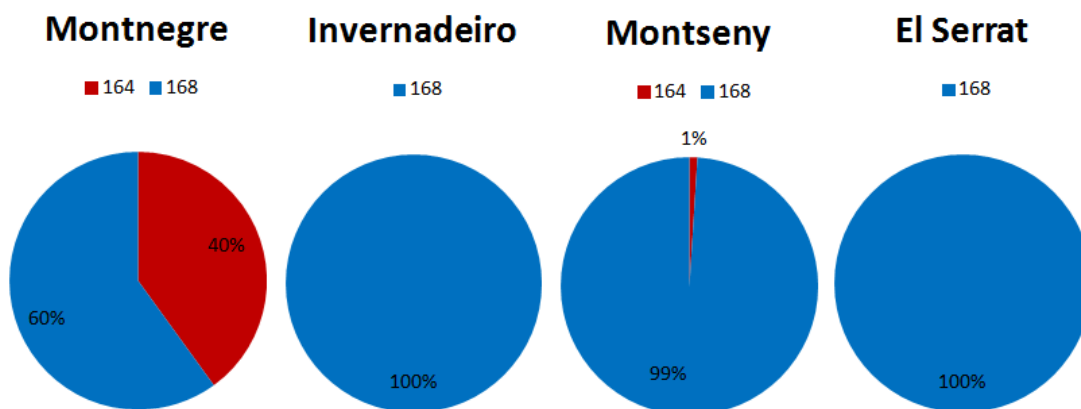
Gràfic 5.4. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich05 per cada població

Pel plich07 es troba que al·lel dominant a totes les poblacions és el 205, sent la única possibilitat a Galícia. Per contra, al Montseny és troben quatre al·lells diferents (la població més diversa en aquest microsatèl·lit), sent l'al·lel 209 específic d'aquesta. Galícia és la única localització sense l'al·lel 207 i Montseny i Andorra comparteixen el 203. (Freqüències representades al gràfic 5.5)



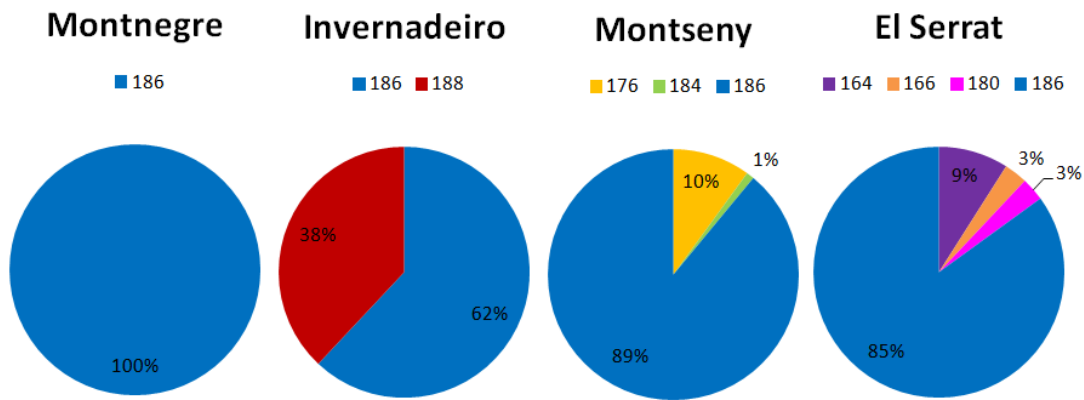
Gràfic 5.5. Frequències al·lèliques del microsatèl·lit plich07 per cada població

El plich08 presenta l'al·lel 168 a totes les poblacions amb freqüència dominant, però única a Andorra i Galícia. El Montnegre i Montsent presenten l'al·lel 164 però amb diferència d'un ordre de magnitud (0.4 i 0.04 respectivament). (Freqüències representades al gràfic 5.6).



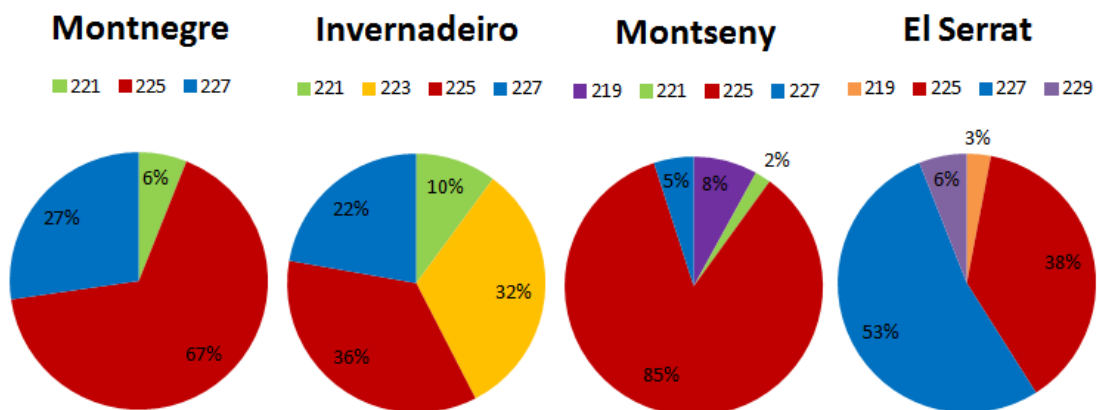
Gràfic 5.6. Frequències al·lèliques del microsatèl·lit plich08 per cada població.

El plich09 predomina a totes les poblacions, sent l'únic del Montnegre. Andorra té quatre al·lells (el màxim per aquest microsatèl·lit) però s'han trobat sis al·lells específics de tres poblacions diferents: Invernadeiro té el 188, Montseny té el 176 i 184, i El Serrat el 180, 164 i 166 (Freqüències representades al gràfic 5.7).



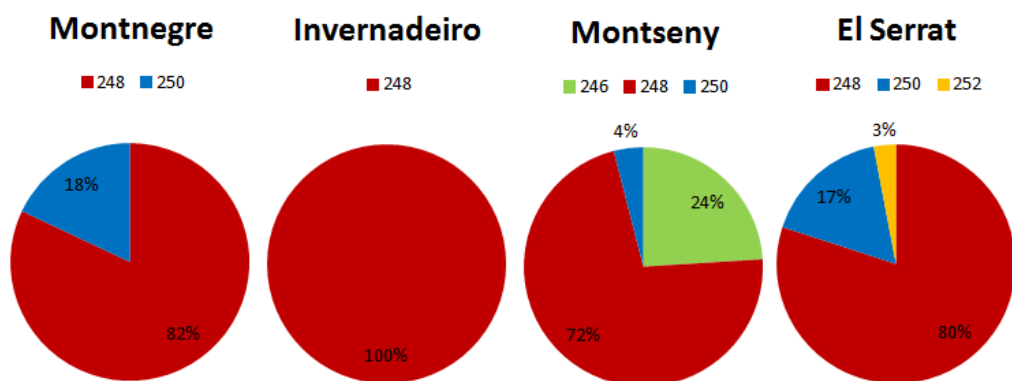
Gràfic 5.7. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich09 per cada població.

El plich20 consta dels al·lells 225 i 227 a totes les poblacions, a Andorra domina el 227 però a la resta ho fa el 225. El Montseny i El Serrat comparteixen l'al·lel 219. En aquest microsatèl·lit hi ha un empat de tres poblacions (Montseny, Invernadeiro i El Serrat) amb quatre al·lells cadascuna, tot i que es tracte d'al·lells diferents. Es troben dos al·lells específics (El Serrat 229 i Invernadeiro 223) però manca l'al·lel 221 a Andorra respecte la resta del territori estudiat (Freqüències representades al gràfic 5.8).



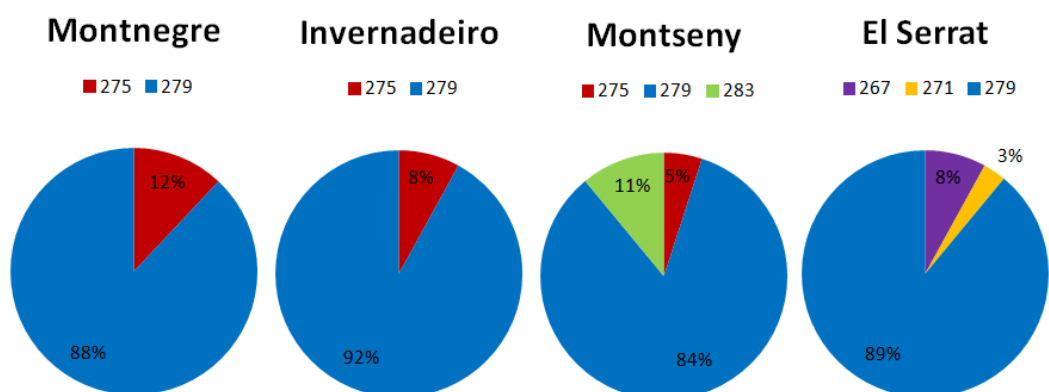
Gràfic 5.8. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich20 per cada població.

Al plich23 es troba l'al·lel 248 a totes les poblacions amb freqüència dominant (Galícia freqüència absoluta, per tant, és l'única població sense l'al·lel 250). El Serrat i Montseny tenen tres al·lells (màxim), dos d'ells els comparteixen. Es troben dos al·lells específics: un per El Serrat (252) i l'altre pel Montseny (246). (Freqüències representades al gràfic 5.9).



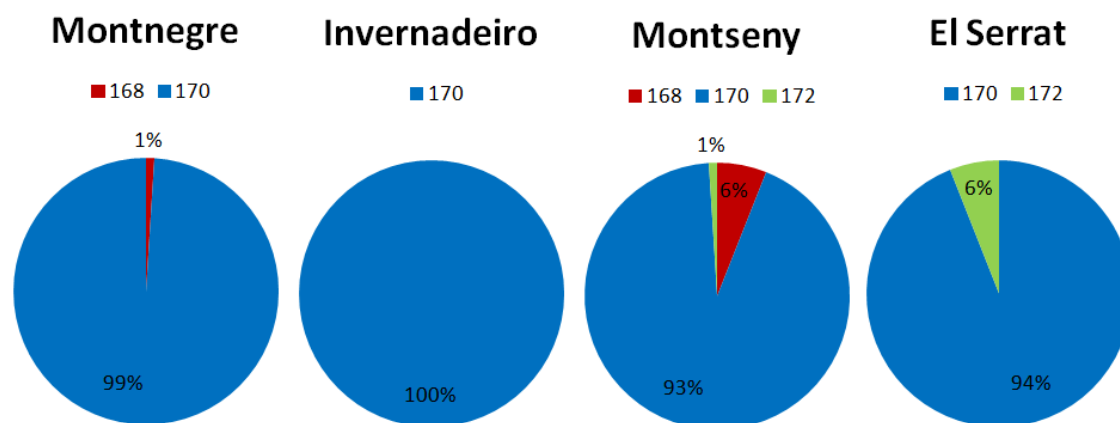
Gràfic 5.9. Frequències al·lèliques del microsatèl·lit plich23 per cada població.

Pel microsatèl·lit plich 24 l'al·lel que predomina a totes les poblacions és el 279. Andorra i Montseny tenen el còmput més alt de tres al·lells, tot i que són diferents. Hi ha tres al·lells específics: Montseny 283 i Andorra 267 i 271. Malgrat tot, Andorra és la única població sense l'al·lel 275 (Frequències representades al gràfic 5.10).



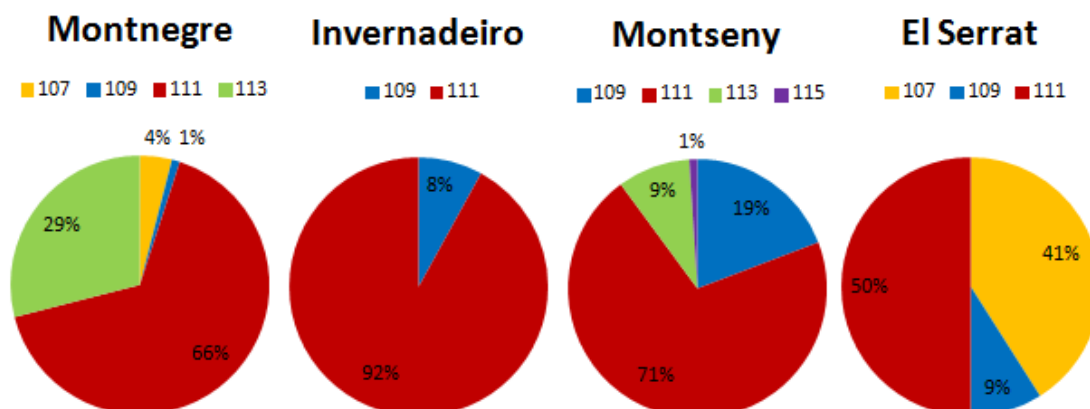
Gràfic 5.10. Frequències al·lèliques del microsatèl·lit plich24 per cada població.

El plich26 té dominància per l'al·lel 170 a totes les poblacions, i és l'únic a Galícia. Montseny i Montnegre comparteixen l'al·lel 168, sent el Montseny el més divers al·lèlicament (amb tres al·lells diferents). Montseny torna a compartir al·lel, però amb El Serrat, el 172 (Frequències representades al gràfic 5.11).



Gràfic 5.11. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich26 per cada població.

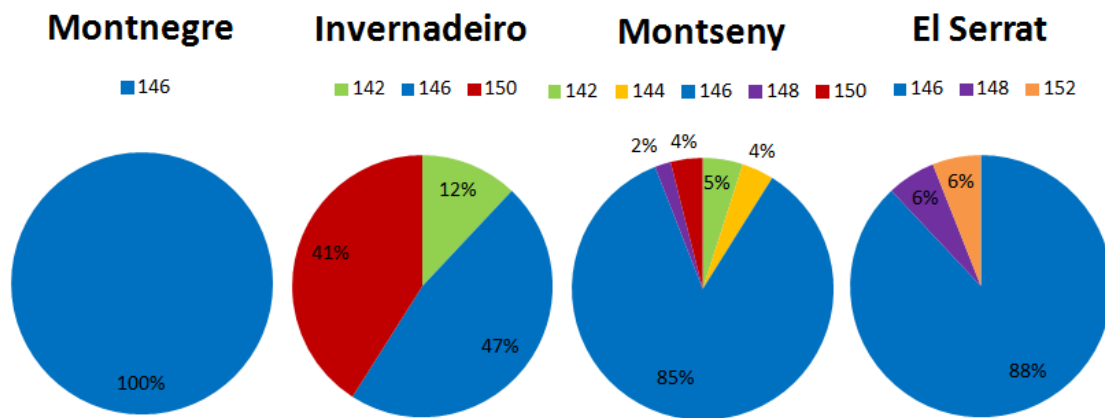
El plich30 té els al·lels 109 i 111 a totes les poblacions, però la freqüència dominant és de l'al·lel 111 a diferència del 109, que la té bastant més baixa (amb un màxim de 0.19 al Montseny). Les poblacions del Montseny i Montnegre són les més diverses, amb un total de 4 al·lels cadascuna, que difereixen en només un (al·lel específic del Montseny) dels quatre. Únicament Montnegre i Montseny posseeixen l'al·lel 113, però el Montnegre i El Serrat comparteixen el 107 (Freqüències representades al gràfic 5.12).



Gràfic 5.12. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich30 per cada població.

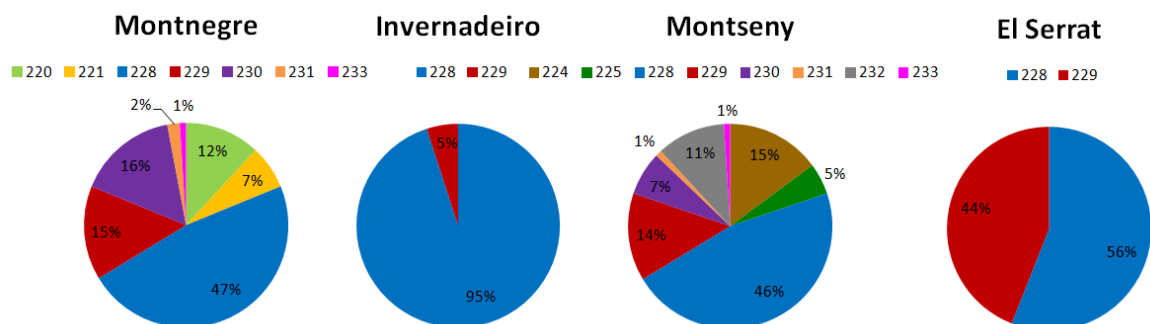
El plich36 té l'al·lel 146 present a totes les poblacions amb freqüència dominant, però única en el cas del Montnegre. La població més diversa és el Montseny, amb 5 al·lels totals. Montseny i Galícia comparteixen els al·lels 150 i 142, mentre que Montseny i Andorra

comparteixen el 148. Es troben dos al·lells específics: un pel Montseny (144) i l'altre pel Serrat (152) (Freqüències representades al gràfic 5.13).



Gràfic 5.13. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich36 per cada població

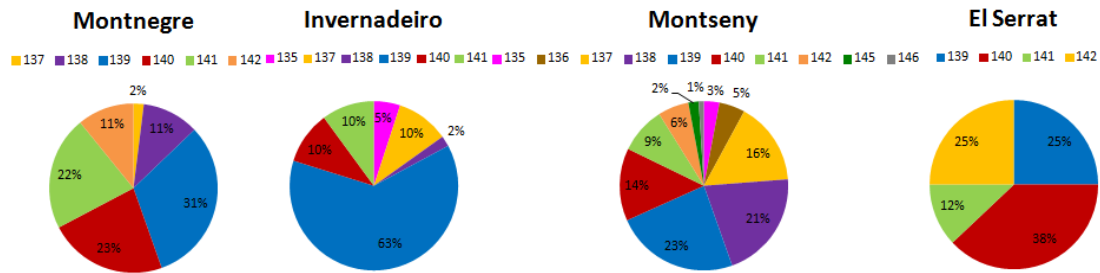
Pel que fa al plich37, els al·lells 228 i 229 són presents a totes les poblacions i el únics a Invernadeiro i El Serrat. Malgrat que siguin present a totes les poblacions, mostren freqüències molt diferents: Invernadeiro (95% de l'al·lel 228 i 5% del 229), El Serrat (56% del 228 i 44% del 229), Montseny, que té un màxim de vuit al·lells, (46% de l'al·lel 228 i 14% del 229), Montnegre, que té 7 al·lells, (47% de l'al·lel 228 i 15% del 229). Hi ha al·lells específics per la població del Montnegre (220, 221) i per la del Montseny (224, 225, 232). (Freqüències representades al gràfic 5.14)



Gràfic 5.14. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich37 per cada població

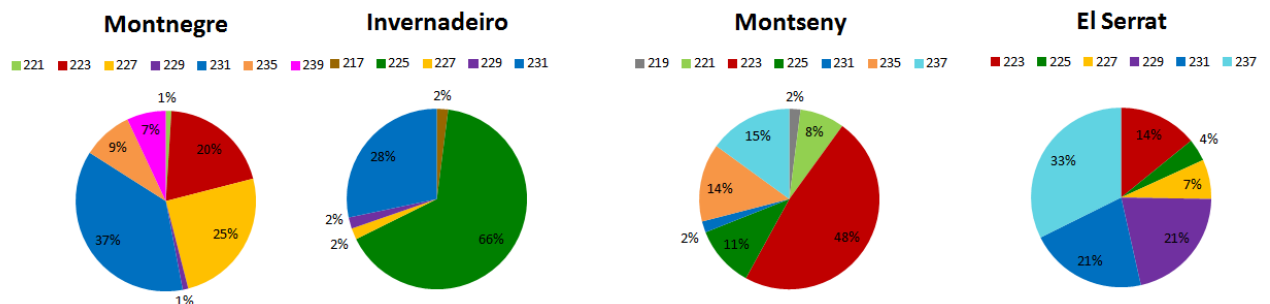
El plich47 té els al·lells 139, 149 i 141 presents a totes les poblacions i amb freqüències variants, que es poden veure fàcilment amb el sumatori de freqüències dels tres al·lells:

Montnegre amb 15%, Montseny amb 47%, Invernadeiro amb 82% i El Serrat amb 75%. La població més variada al·lèlicament és el Montseny, amb 10 possibilitats. A Andorra no es troben els al·lells 138, 137 i 141 però a Galícia no se'n troba el 142. Montseny i Galícia comparteixen l'al·lel 135 i es troben dos al·lells específic del Montseny (el 145 i el 146). (Freqüències representades al gràfic 5.15)



Gràfic 5.15. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich47 per cada població.

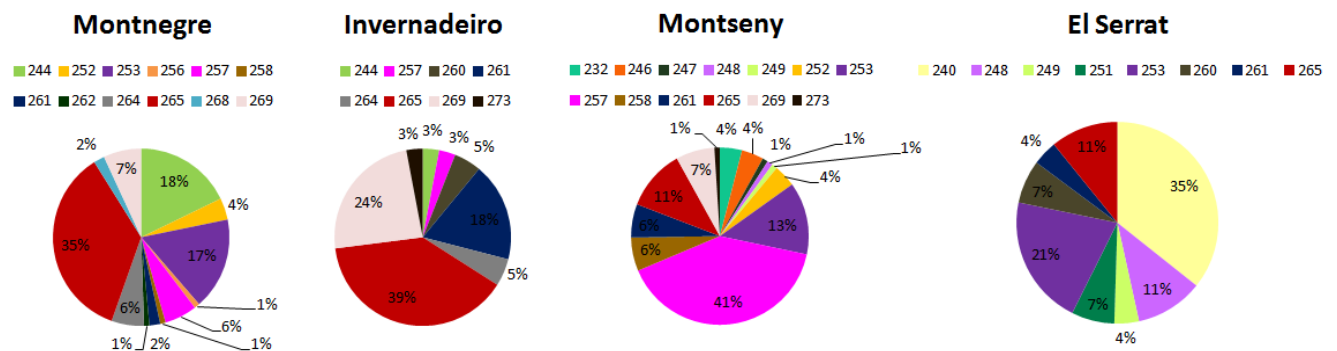
Al plich48 es troba l'al·lel 231 a totes les poblacions amb freqüències diverses: Montnegre 37%, Montseny 2%, Galícia 28% i Andorra 21%. Montnegre i Andorra són les poblacions amb més al·lells (set) i són diferents. Hi ha tres al·lells específics: del Montnegre n'és el 239, del Montsent el 219 i d'Invernadeiro el 217. El Montseny comparteix amb el Montnegre els al·lells 221 i 235, mentre que amb El Serrat comparteix el 237. A Galícia es troba a faltar l'al·lel 223; a Montseny els 227 i 229; i a Montnegre el 225. (Freqüències representades al gràfic 5.16)



Gràfic 5.16. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich48 per cada població.



El plich49 presenta els al·lels 261 i 265 a totes les poblacions, amb freqüències baixes (2-18%) i variables (11-36%) respectivament. La població d'Invernadeiro és la única sense l'al·lel 253, i la del Serrat ho és pels al·lels 257 i 269. Hi ha al·lels específics del Montnegre (256, 262, 268), del Montseny (232, 246, 247) i d'El Serrat (240, 251). Montnegre comparteix amb Galícia els al·lels 244 i 264, i amb el Montnegre els al·lels 252 i 258. Andorra, per la seva part, també comparteix al·lels amb Galícia (260) i Montseny (248, 249). El Montseny, al seu torn, comparteix amb Galícia l'al·lel 273 i té el rècord màxim d'al·lels amb un total de 13. (Freqüències representades al gràfic 5.17)



Gràfic 5.17. Freqüències al·lèliques del microsatèl·lit plich49 per cada població.

Per finalitzar, el microsatèl·lit plich50 té a totes les poblacions i amb freqüència majoritària l'al·lel 116, on és l'única possibilitat de les poblacions El Serrat i Invernadeiro. Es troben al·lels específics de Montnegre (061 i 112) i de Montseny (118 i 108).

La taula dels valors d'aquest apartat es troba consultable a l'apartat d'annexos.

### 5.2.2. Test de probabilitat dels tests exactes de Hardy-Weinberg

A la població del Montseny (gràfic 5.18) es troben 3 dels 18 microsatèl·lits (37plich, 47plich i 49plich) amb valor de probabilitat (*P-value*) 0, que és la probabilitat que es mantingui la freqüència d'al·lels en la propera generació si la hipòtesi nul·la és certa, ergo es desvia completament de l'Equilibri Hardy-Weinberg. Aquells *P-value* del gràfic diferents als

microsatèl·lits anteriors, són casos en què només una còpia de l'al·lel és present. En l'extrem oposat es troba el microsatèl·lit 50plich, que és 100% probable que s'heretin els al·lells amb les mateixes proporcions en la següent generació. En els casos intremitjos, a major *P-value* major probabilitat que s'hereti la mateixa freqüència d'al·lells a la següent generació.

Pel plich23, la població amb major *P-value* (1.0000) és El Serrat, seguit ben a prop pel Montnegre i amb un valor menor de 0.2 pel Montseny. L'Invernadeiro només té un al·lel, per tant, no hi ha resultat possible.

El microsatèl·lit plich24 tant el Montnegre com Andorra es troben al valor màxim de *P-value*, mentre que la població del Montseny té un valor molt més baix proper al 0.3. Galícia torna a trobar-se en la mateixa situació que el microsatèl·lit anterior.

El plich30 té el valor màxim possible per la població andorrana, un valor superior al 0.4 pel Montseny, de menys de 0.05 pel Montnegre i al voltant del 0.1 per Invernadeiro.

El plich36 té El Serrat i Invernadeiro amb valors de probabilitat de 100%, mentre que al Montseny és molt proper al 0% (deixant a Montnegre exclòs per homozigositat).

El plich02 té el Montnegre amb probabilitat d'1.0, el Serrat superior a 0.6 i el Montseny superior a 0.5 (Invernadeiro exclòs per homozigositat).

El plich03 té el màxim a la població del Montseny, tot i que és molt baix (0.0035); el mínim és a la població de Montnegre, amb un zero absolut.

El plich04 no té valor pel Montnegre per la homozigosis del microsatèl·lit però situa el seu màxim a la població d'Invernadeiro (superior a 0.6), el Montseny superior a 0.4 i el Serrat menor al 0.3.

El plich05 té el seu valor màxim al Montnegre ( $\approx 0.7$ ), El Serrat té un valor major al 0.3, el Montseny menor que aquest i Invernadeiro una mica per sobre del 0.2.

El plich07 té el valor màxim al Montnegre (1.0000), més de 0.2 al Montseny, menys de 0.2 al Serrat i valor nul a Invernadeiro per homozigosi.

El plich8 té dos valors de 1.000 a Montnegre i Invernadeiro i valors al voltant del 0.15 pel Serrat i Montseny.

El plich20 té, de nou, dos valors màxims (1.0000) però varien les poblacions, ara són El Serrat i Invernadeiro amb el Montnegre major a 0.1 i el Montseny menor a 0.01 (diferència d'un ordre de magnitud), sent aquest el mínim.

El plich26 té dos màxims a les mateixes poblacions que el plich20 i amb el mateix valor de *P-value*, valor nul per Montnegre per homozigosi i valor al voltant del 0.1 pel Montseny.

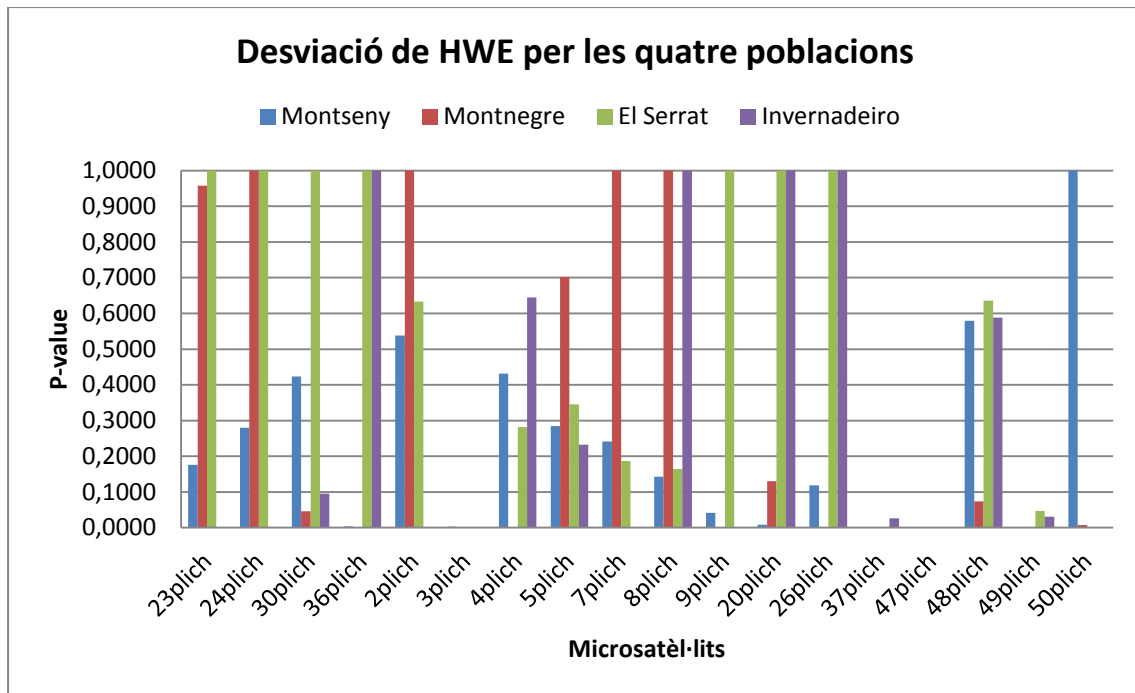
El plich37 és, com s'ha esmentat al principi d'aquesta part del treball, valor 0.0000 per la població del Montseny, com també ho és pel Montnegre i El Serrat però té un valor de 0.0266 per Invernadeiro.

El plich47 també és 0.0000 pel Montseny, El Serrat i Montnegre i amb un valor de 0.0008 a Invernadeiro.

El plich48 té un màxim major a 0.6 pel Serrat seguit amb valors propers per Invernadeiro i Montseny, però el Montnegre té un valor menor a 0.1.

El plich49 és valor 0.0000 per la població del Montseny, la del Montnegre però pel Serrat és 0.0470 i Invernadeiro és 0.0306.

Finalment, el plich50 és nul pel Serrat i Invernadeiro per homozigositat, de 0.0074 pel Montnegre i de 1.0000 pel Montseny.

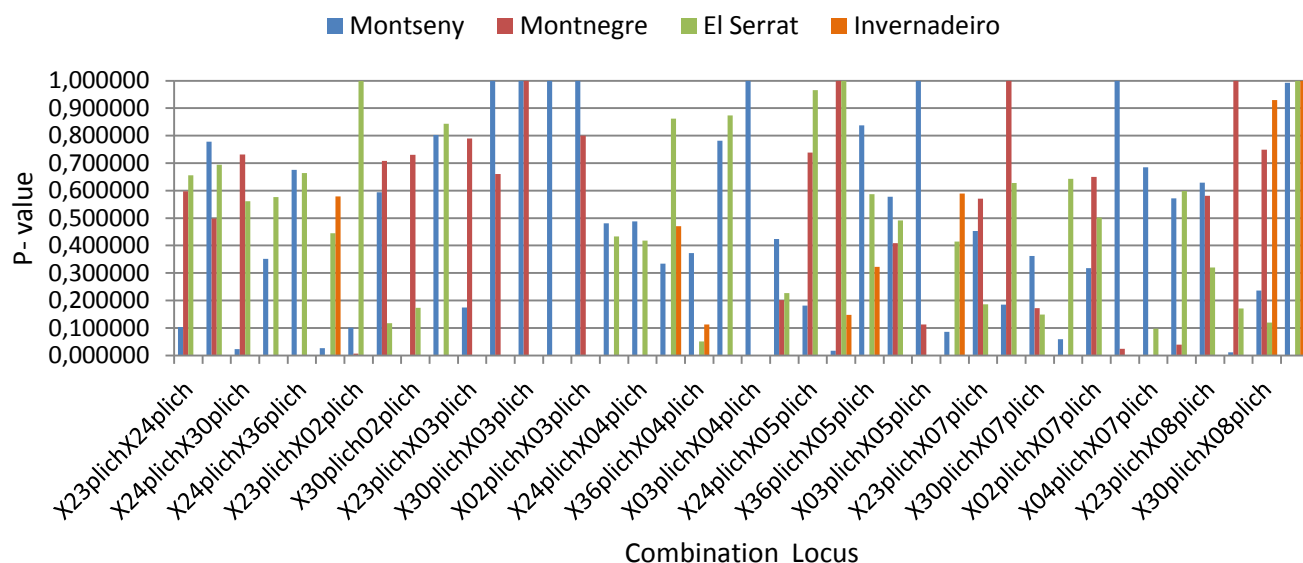


Gràfic 5.18. Desviació de HWE per les quatre poblacions d'estudi. P-value és valor de probabilitat del resultat si la hipòtesi nul·la ( $H_0$  = unió aleatòria de gamets) és correcta. Per veure els valors concrets adreçar-se a les taules 15 i 16 d'annexos.

### 5.2.3. Desequilibri de lligament

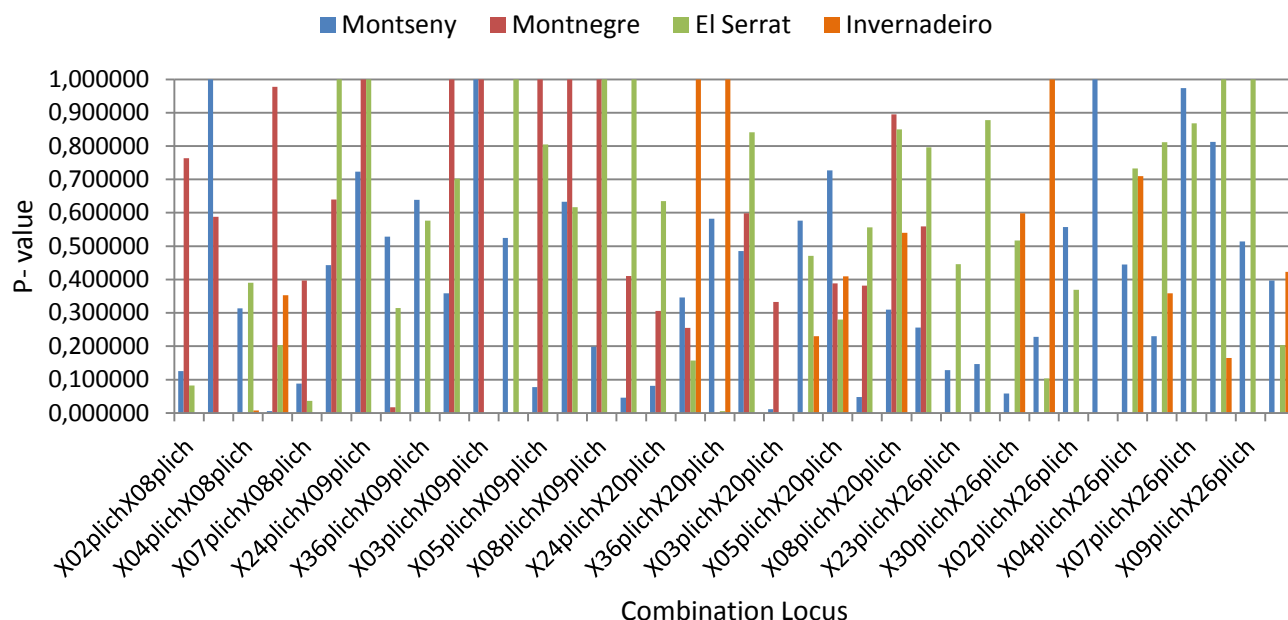
Els resultats de mètode de disequilibri de lligament recollits a la taula 9.7 d'annexos es troben representats a continuació a partir d'una gràfica segmentada en quatre parts (gràfics 5.19, 5.20, 5.21, 5.22).

## P-value per combinació de locus en funció de la població (1)



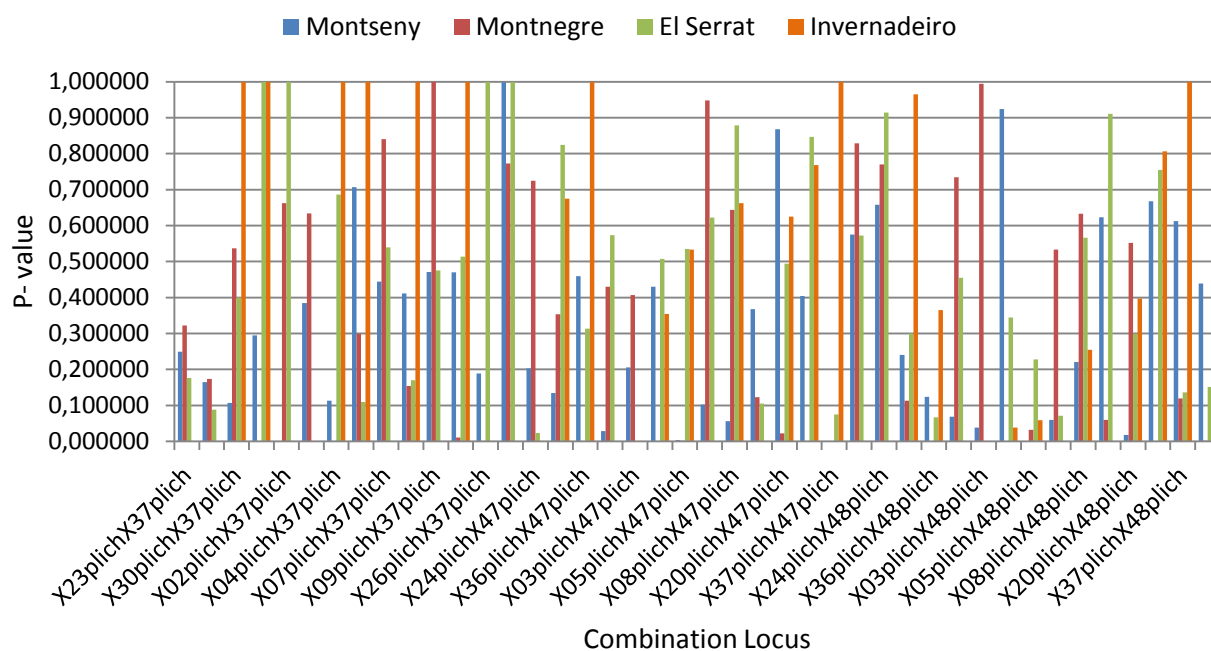
Gràfic 5.19. Desviació de Linkage disequilibrium (LD) per les quatre poblacions d'estudi. P- value és el valor de probabilitat del resultat si la hipòtesi nul·la ( $H_0$ : que els gàmetes s'heretin de forma aleatòria) certa.

## P-value per combinació de locus en funció de la població (2)



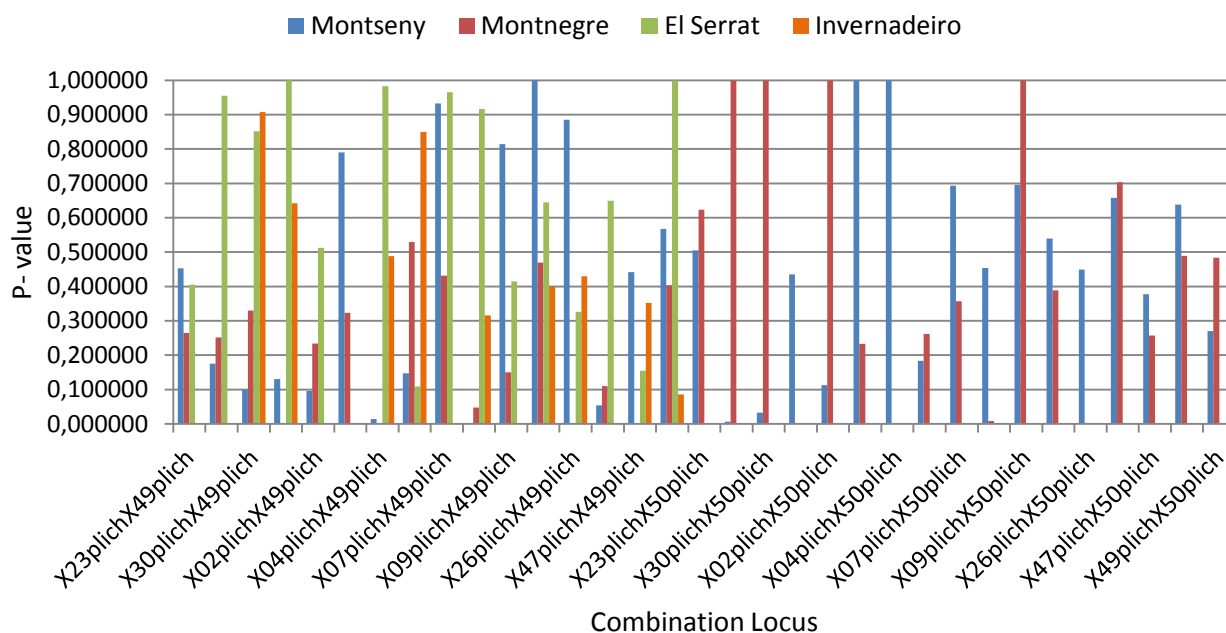
Gràfic 5.20. Desviació de Linkage disequilibrium (LD) per les quatre poblacions d'estudi. P- value és el valor de probabilitat del resultat si la hipòtesi nul·la ( $H_0$ : que els gàmetes s'heretin de forma aleatòria) certa.

## P-value per combinació de locus en funció de la població (3)



Gràfic 5.22. Desviació de Linkage disequilibrium (LD) per les quatre poblacions d'estudi. P- value és el valor de probabilitat del resultat si la hipòtesi nul·la ( $H_0$ : que els gàmetes s'heretin de forma aleatòria) certa.

## P-value per combinació de locus en funció de la població (4)



Gràfic 5.21. Desviació de Linkage disequilibrium (LD) per les quatre poblacions d'estudi. P- value és el valor de probabilitat del resultat si la hipòtesi nul·la ( $H_0$ : que els gàmetes s'heretin de forma aleatòria) certa.

Per simplificar encara més els resultats i facilitar la seva representació, s'ha classificat el valor del p-value en tres categories: (i) *alt* = [0.7,1), (ii) *mitjà* = [0.3, 0.7) i (iii) *baix* = [0, 0.3) i es va recollir en una taula el nombre de combinacions de loci (o parelles de microsatèl·lits) que es troben a cada població per cada categoria del p-value (Taula 5.1)

*Taula 5.1.*

*Classificació de les combinacions de microsatèl·lits de cada població a partir de les tres categories del p-Value.*

	<b><i>P- value</i></b>		
	<b>Alt [0.7, 1]</b>	<b>Mitjà [0.3,0.7)</b>	<b>Baix [0, 0.3)</b>
<b>Montseny</b>	30	57	66
<b>Montnegre</b>	34	38	32
<b>El Serrat</b>	41	48	31
<b>Invernadeiro</b>	20	25	8

La població amb major nombre de combinacions quan el valor del P-value és entre 0.7 i 1 és El Serrat (41), a continuació de les poblacions del Montnegre (34), Montseny (30) i Invernadeiro (20), en ordre decreixent. Considerant sempre la hipòtesis nul·la certa, el valors propers a 1 tenen una gran probabilitat de produir-se. Dit d'una altra manera, a major nombre de *P-value* s'heretaran més independentment els parells de microsatèl·lits (o combinacions). Per a valors mitjans, la major quantitat de combinacions que és dóna és al Montseny (57), seguit del Serrat (48), Montnegre(38) i Invernadeiro (25). Quan els valors són baixos, l'ordre de les poblacions correspon a al Montseny (66), Montnegre (32), El Serrat (31) i Invernadeiro (8).

Per la població del Montseny, dins al rang del P-value alt, les combinacions que assoleixen el valor màxim 1 són X24plichX03plich, X30plichX03plich, X36plichX03plich, X02plichX03plich, X03plichX04plich, X03plichX05plich, X03plichX07plich, X03plichX08plich, X03plichX09plich, X03plichX26plich i X03plichX50plich, X04plichX50plich. En aquest mateix rang, com a valor mínim es troba el valor 0,72342 de la parella X24plichX09plich. Per el cas

del rang mitjà, el punt màxim es troba a la parella un valor X09plicX50plic, amb valor 0,69628 i el mínim a 0,31004 de la parella X08plicX20plic. De manera simultània, per al cas de *P-value* més baix, el màxim es dona a X36plicX37plic amb una probabilitat de 0,294370 i el mínim amb un valor de 0 a X37plicX47plic, X02plicX37plic i X30plic02plic.

El Montnegre en canvi, presenta els valors màxims d'1 a X30plicX03plic, X30plicX05plic, X24plicX08plic, X24plicX09plic, X02plicX09plic, X03plicX09plic, X05plicX09plic, X07plicX09plic, X08plicX09plic, X09plicX37plic, X24plicX50plic, X30plicX50plic, X02plicX50plic i X09plicX50plic. D'altra banda el valor mínim que s'assoleix en aquest mateix rang, correspon a 0,70315, de la combinació X37plicX50plic. Tanmateix, el punt màxim a l'interval intermig és de 0,66242 a X02plicX37plic i mínim a X24plicX20plic, amb un valor de 0,30605. En els intervals baixos de *P-value*, el màxim correspon a la parella X05plicX37plic, de valor 0,29892 i el mínim a X47plicX49plic amb una probabilitat de 0,00152. La interpretació del valor de 0 a les gràfiques, pot portar confusions, ja que per a valors nuls també es representa de la mateixa manera. Per a les poblacions del Montnegre, El Serrat, i Invernadeiro no hi ha cap valor de 0, les caselles buides corresponen als valors nuls.

La població del Serrat té el valor màxim 1 a X23plicX02plic, X30plicX05plic, X36plicX08plic, X23plicX09plic, X24plicX09plic, X04plicX09plic, X08plicX09plic, X23plicX20plic, X08plicX26plic, X09plicX26plic, X36plicX37plic, X02plicX37plic, X26plicX37plic, X23plicX47plic, X36plicX49plic i X48plicX49plic. El valor mínim del *P-value* alt és de 0,70171 i fa referència a la combinació de X02plicX09plic. El nombre més alt que trobem al rang mig equival al de la parella X23plicX30plic, de 0,69409. Altrament, el valor més baix en l'interval assoleix un valor de 0,30004 a la parella X30plicX48plic. Per acabar, el punt més elevat en el rang del *P-value* baix, és representat



per la parella X20plicX48plic, amb un 0,2993. El valor més petit és el de 0,00534 de la parella X36plicX20plic.

Finalment, la població d'Invernadeiro assoleix els valors màxims d'1 a X36plicX08plic, X30plicX20plic, X36plicX20plic, X36plicX26plic, X30plicX37plic, X36plicX37plic, X04plicX37plic, X05plicX37plic, X08plicX37plic, X20plicX37plic, X36plicX47plic, X37plicX47plic i X37plicX48plic. El valor més petit del *P-value* alt és situa a la combinació X04plicX26plic amb un valor de 0,70945. En el rang de *P-value* mitjà, el màxim el trobem a la parella X30plicX47plic, de 0,67492 i el mínim adquireix un valor de 0,31558 a la combinació X08plicX49plic. Dins l'interval dels valors més petits, el màxim nombre es troba a X04plicX20plic, equivalent a 0,22983 i el mínim a X04plicX08plic de valor 0,00788.

## 6. DIAGNOSI-DISCUSSIÓ

Aquesta part explica la justificació i els possibles motius dels resultats anteriors, tot complementant les parts de genètica amb la de cartografia.

### 6.1. Cartografia

#### 6.1.1. Montnegre - Montseny

La zona de barrera lineal (zona requadre blanc mapa 5.1) s'esperava que fos causat per alguna via de comunicació i, finalment, s'ha contrastat amb la capa de carreteres principals de Catalunya de les Col·leccions Preferides de MiraMon que és l'autopista AP-7 juntament amb la C-251. Per tant, no només és una zona sense arbres natural, sinó que realment és impossible que hi circulin perquè hi ha les balles al llarg de tot el recorregut de l'autopista. Si no fos per aquesta barrera lineal hi hauria bastanta continuïtat perquè la resta de zona és continua i amb superfície considerable. És, per tant, l'inconvenient més important contra la continuïtat i connectivitat de la zona.

A la part nord (zona requadre blanc mapa 5.1) i est (zona requadre vermell dret mapa 5.1) del massís del Montnegre hi passa el riu Tordera. De bon principi s'esperava que el bosc de ribera del Tordera ajudés a la connectivitat d'aquestes dues poblacions però, a aquesta zona no hi existeix. En canvi, actualment hi ha moltes zones amb l'espècie invasora *Arundo donax* (millor coneguda com a canya de Sant Joan) que limita amb la llera del riu i la separa de la zona d'horts situada a les terrasses al·luvials (coneixement personal). El que té com a resultat que tampoc hi hagi connectivitat per aquest flanc amb el Massís del Montseny.

Per la part nord-oest del Massís del Montnegre (zona requadre vermell esquerre mapa 5.1) hi ha una zona considerablement gran que aïlla també per aquest costat el massís, la qual té

algunes zones amb hàbitats favorables i transitables però amb molta distància entre elles amb hàbitat semi-barrera com perquè el liró pugui superar-les. També s'hi troben bastantes zones d'hàbitat barrera totalment impermeables per l'espècie, fent més pronunciat l'aïllament.

#### **6.1.2.Montseny - Andorra**

Les tres zones de semi-barreres (zones requadres blanc, vermell i blau mapa 5.2), al tenir tals dimensions es converteixen automàticament en barreres contra la dispersió del mamífers arboris.

Encara que no hi hagués aquestes barreres, hi ha molt poca extensió d'hàbitat favorable entre les dues poblacions d'estudi. El fet que hi hagi distàncies tan grans d'únicament hàbitat transitable (entre 18-30 km) fa que no es puguin desplaçar amb suficient rapidesa. Hi ha diversos estudis que corroboren que els lirons no poden recórrer més de 750m per nit en zona arbòria(Worschech, 2012; Jurczynszyn, 2006; Morris i Hoodless, 1992; Properzi *et al.* 2003), aquesta afirmació és per poblacions dins la distribució natural de l'espècie, ja que al Regne Unit es va observar que un individu pot recórrer 1900m (Morris, 1997). Estar exposats a un hàbitat desfavorable durant un període de temps molt llarg és inviable, per tant, es limita la connectivitat també entre aquestes dues poblacions.

La població del Montseny no està aïllada. És cert que no té gaire probabilitat de generar flux genètic amb la població Andorrana però gràcies a la continuïtat fins a França (zona requadre rosa mapa 5.2), pot compartir la diversitat genètica amb altres poblacions d'aquest territori, reduint així l'estancament genètic. Tot i que tampoc hi ha gaire connectivitat a partir del límit nord d'aquesta gran àrea d'hàbitat favorable cap a la resta de França.

A diferència del Montseny, Andorra no té gaire zona d'expansió potencial pels seus individus, ja que té una llarga distància fins arribar a la zona d'hàbitat favorable més propera de França (zona requadre taronja mapa 5.2). En canvi, per la zona sud hi ha hàbitat transitable relativament a prop, el qual permetria a l'espècie arribar a altres zones caducifòlies; així com també seria possible arribar-hi per la part oest. Així doncs, sembla que té alguna possibilitat de crear flux genètic en el futur.

També s'ha de dir que el mapa de cobertes utilitzat per la zona andorrana no diferencia entre bosc caducifoli i perennifoli. Per tant, hi pot haver error en aquest aspecte i que la zona favorable sigui molt més reduïda. De fet, es sospita que es reduirà considerablement ja que el voltant més proper a aquesta zona és d'hàbitat transitable. Malgrat aquesta deducció, la part francesa sí que s'hi troba hàbitat favorable, per tant, no es descarta que hi hagi una superfície adequada per l'habitabilitat de la població actual.

### **6.1.3. Galícia - Andorra**

La població estudiada d'Invernadeiro està molt aïllada i, a més, té poca àrea d'hàbitat favorable. Les zones d'hàbitat semi-barrera són de dimensions massa grans com perquè el liró pugui desplaçar-s'hi entre zones caducifòlies i/o d'hàbitat transitables. Per tant, la població en sí té greus problemes de dispersió i connectivitat amb poblacions veïnes i encara en tindrà més per construir un flux genètic amb les poblacions andorranes a llarg termini.

## 6.2. Genètica

### 6.2.1. Freqüències al·lèliques

En general, la població d'Invernadeiro és la que té més casos d'homozigosis, que és degut a l'aïllament que s'ha vist a l'apartat de cartografia. Cal afegir que 10 dels 18 microsatèl·lits estudiats tenien homozigosi molt elevada en aquesta població. Tot i això, en alguns casos comparteix al·lels amb la resta de poblacions de la península

Gràcies a aquests resultats, es veu que la població del Montseny és més diversa i amb menys homozigosi degut a que és la població amb més connectivitat. Només es dona un cas en què sigui gairebé homozigot i tot i així no arriba a ser-ho completament.

El resultat que no s'esperava és que Montnegre tingués tanta diversitat genètica amb l'aïllament tan agreujat que pateix. S'ha vist una relació amb els al·lels del Montseny però també amb els del Serrat, encara que més suavitzada. La possible justificació d'aquests resultats és que l'aïllament genètic no es manifesti encara perquè es tracta d'un aïllament recent, ja que aquest tram de l'AP-7 es va construir el 1975 (Ajuntament de Maçanet de la Selva, 2018; Ministerio de Fomento, 2007). Com aquest glírid és un rosegador molt longeu, que pot arribar fins els 9-12 anys (Freixas, 2008; Morris i Morris, 2010; Ruf *et al.*, 2006), es necessita més temps perquè es donin els canvis genètics en les noves generacions.

Pel cas d'Andorra, tot i tenir només un microsatèl·lit homozigot, la situaríem en un rang de diversitat genètica proper al del Montnegre, ja a l'anàlisi cartogràfic ja s'ha vist que també es troba prou aïllada.

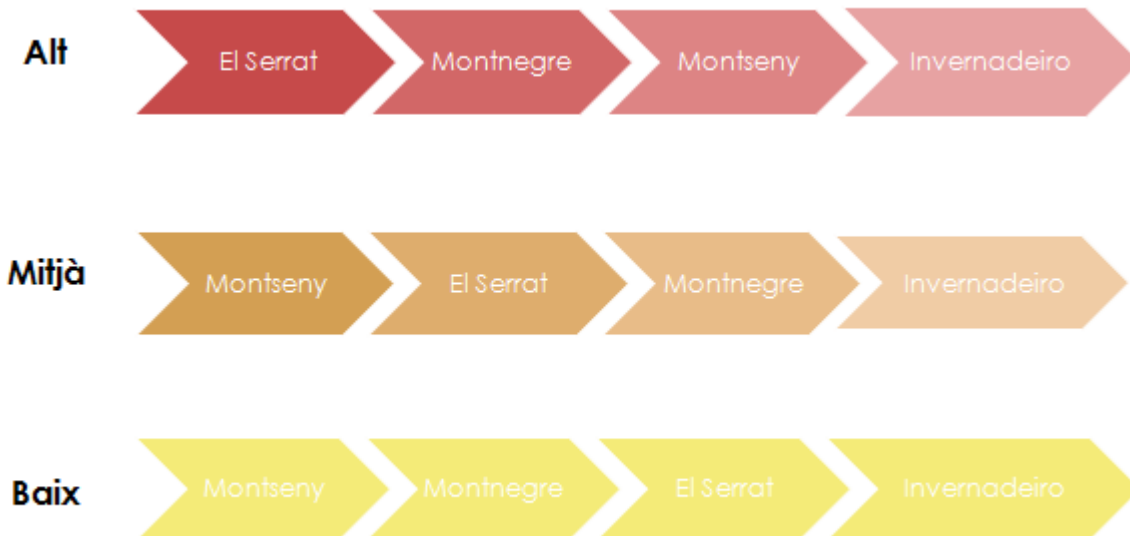
### **6.2.2.Hardy-Weinberg**

Aquests resultats mostren valors molt elevats, que raonarien un Equilibri Hardy-Weinberg, és a dir, una aleatorietat en l'herència gamètica, el que es tradueix en una reproducció entre individus de les poblacions de manera aleatòria. La presència d'un percentatge tant elevat (28.81%) de valors igual a 1.000 fa pensar que poden ser error dels resultats, a més, no es troben resultats de valors entre 0.7024 i 1.000 (a excepció del plich23 de la població del Montnegre, amb un valor igual a 0.9573). Els errors són possiblement causats per la deficiència en el nombre de mostres de les poblacions d'Invernadeiro, Montnegre i El Serrat. Descartant aquests possibles errors, els resultats són que les poblacions del Montseny i del Serrat en general pateixen endogàmia en un cert grau. Malgrat els intents, a Montnegre i Invernadeiro no hi ha valors suficients per fer cap raonament. Quan es comparen les poblacions del Montseny i del Serrat es veu una gran similitud en els percentatges. Així doncs, tot i que la població andorrana està més aïllada sembla que no pateix molta més endogàmia que la població del Montseny, que ha mostrat ser més diversa i tenir més connectivitat.

### **6.2.3.Desequilibri de lligament**

S'ha trobat (Il·lustració 6.1) que la població d'Invernadeiro és la que té menys parells heretables combinadament a les tres classes que s'han creat. Això es deu a que hi ha molts parells que no tenen taula de contingència i, per tant, no mostren valors.

El Serrat, en canvi, té el major nombre de combinacions a la classe alta, la segona posició a la classe mitjana i la penúltima a la classe baixa. Aquests resultats mostren que El Serrat té herència més aleatòria, mantenint la diversitat genètica, ja que permet l'entrecreuament de diversos microsatèl·lits.



*Il·lustració 6.1. Ordre de les quatre poblacions d'estudi segons les tres categories de p-value dels resultats de desequilibri de lligament.*

Al Montnegre, hi ha bastantes combinacions que es situen a la classe alta i bastantes a la baixa, per tant, hi haurà parells de microsatèl·lits que s'heretaran empaquetats. Tot i així, es podran veure compensats pels que no ho faran. En resum, no hi haurà molts beneficis d'herència aleatòria però tampoc molts perjudici per aquells que s'hereten empaquetats.

Per acabar, al Montseny es troben el major nombre de combinacions a les classes mitjana i baixa, el qual hauria d'anar lligat a una població amb menys diversitat genètica. S'atorga aquest resultat al fet que hi ha més disponibilitat de dades de la població del Montseny i, per tant, la suma total surt més elevada del que seria normal.

## 7. CONCLUSIONS

La dispersió dels individus de la població del Montnegre està limitada en gran part per la via de comunicació entre els dos massissos, aïllant-la així de la resta de poblacions. Malgrat això, ha sorprès la diversitat genètica observada, que pot ser deguda l'aïllament recent.

Montseny i Andorra estan separats per molts quilòmetres d'hàbitat transitable i semi-barrera que impedeixen el flux genètic entre les dues poblacions.

Montseny no està aïllada, té connectivitat fins arribar a passar la frontera amb França. Com bé indica la diversitat al·lèlica que s'ha vist a l'estudi de freqüències.

Andorra té connectivitat mitjançant uns quants quilòmetres d'hàbitat transitable cap al sud.

Invernadeiro té greus problemes de dispersió i connectivitat perquè la zona està molt fragmentada, es veuen reflectits en l'alt percentatge d'homozigosi pel microsatèl·lits estudiats.

El Serrat i Montseny pateixen un grau similar d'endogàmia malgrat mostrar més aïllament a Andorra.

El Serrat té herència aleatòria de combinacions de microsatèl·lits garantint major diversitat genètica.

Montnegre, en canvi, no manifestarà ni beneficis de l'herència aleatòria ni perjudicis de l'empaquetada perquè té alts valors d'ambdós casos.

El Montseny, segons el desequilibri de lligament, té menys diversitat però pot donar-se a que hi ha més disponibilitat de dades que a la resta de poblacions.



## 8. PROPOSTES DE MILLORA

Per intentar augmentar i/o fer possible el flux genètic entre les quatre poblacions d'estudi s'han determinat un seguit de propostes de millora. Hi ha la taula descripció (taula 8.1) que explica el format de les taules i les propostes de millora es diferencien en dos tipus: les taules 8.2, 8.3, 8.4, 8.7 i 8.9 fan referència a millores en l'estudi, mentre que les taules 8.5, 8.6 i 8.8 són millores al cap, per millorar directament aquest aïllament poblacional.

Taula 8.1

Proposta de millora en blanc amb la descripció de cadascun dels apartats.

Proposta de millora		
<b>Línia estratègica</b>	Nom de la línia estratègica a seguir	
<b>Acció</b>	Nom de l'acció concreta de la línia estratègica	
<b>Objectiu</b>	Objectiu bàsic a assolir amb l'implantació de l'acció	
<b>Descripció</b>	Breu descripció dels processos a desenvolupar per aconseguir l'objectiu desitjat.	
<b>Prioritat</b>	<b>Termini d'implantació</b>	<b>Període d'execució</b>
Es defineixen tres prioritats:  <b>Alta</b> (1 any)  <b>Mitjana</b> (1-3 anys)  <b>Baixa</b> (3 o més anys)	2 terminis d'implantació:  <b>Curt</b> (l'acció s'esdevé durant menys de tres mesos)  <b>Llarg</b> (l'acció s'esdevé durant més de tres mesos).	2 períodes d'execució:  <b>Puntual</b> (com a màxim dos cops a l'any)  <b>Continuïtat</b> (mínim tres cops l'any)
<b>Responsables</b>	El(s) responsable(s) de garantir el compliment de l'acció.	
<b>Agents implicats</b>	Tot l'equip de treball necessari per portar a terme l'acció.	
<b>Pressupost (estimat)</b>	El pressupost en euros del projecte	
<b>Beneficis esperats</b>	Beneficis tant ambientals, com socials i econòmics.	
<b>Indicadors de seguiment</b>	Possibles variables que mostrin l'evolució de les millores.	

Taula 8.2

Proposta de millora 1.

Proposta de millora		
<b>Línia estratègica</b>	Millorar l'anàlisi de l'hàbitat	
<b>Acció</b>	Actualitzar les fonts cartogràfiques per facilitar l'anàlisi del terreny	
<b>Objectiu</b>	Millorar l'estudi dels tipus d'hàbitats del liró a la península ibèrica.	
<b>Descripció</b>	Augment de la freqüència de fotografies aèries i realització de treball de camp per a la construcció d'una cartografia recent que permeti veure com és actualment la superfície d'hàbitat del liró i en quina situació es troba.	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Mitjana	Llarg	Puntual
<b>Responsables</b>	Cartògraf amb relació amb COPERNICUS	
<b>Agents implicats</b>	Cartògrafs, tècnics d'anàlisi vegetal i voluntaris.	
<b>Beneficis esperats</b>	Millor coneixement de la vegetació del territori	
<b>Indicadors de seguiment</b>	Realització de mapes amb una freqüència mínima de 3 anys.	

Taula 8.3

Proposta de millora 2.

Proposta de millora		
<b>Línia estratègica</b>	Millorar l'anàlisi de l'hàbitat	
<b>Acció</b>	Millorar els tipus de cobertes dels mapes d'Andorra	
<b>Objectiu</b>	Aconseguir una millor diferenciació dels quatre tipus d'hàbitats que afavoreixen al liró gris	
<b>Descripció</b>	Diferenciar, sobretot el bosc caducifoli del perennifoli.	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Mitjana	Llarg	Puntual
<b>Responsables</b>	Cartògraf de l'Institut d'Estudis andorrans	
<b>Agents implicats</b>	Cartògrafs, tècnics d'anàlisi vegetal i voluntaris.	
<b>Beneficis esperats</b>	Determinar la distribució d'hàbitat del liró gris a Andorra.	
<b>Indicadors de seguiment</b>	Realització de mapes amb una freqüència mínima de 3 anys.	

Taula 8.4

Proposta de millora 3.

Proposta de millora		
Línia estratègica	Millorar la qualitat de les dades genètiques	
Acció	Recollir un major nombre de mostres genètiques dels individus que formen cada una de les poblacions d'estudi (sobretot per les poblacions Invernadeiro, El Serrat i Montnegre).	
Objectiu	Reduir l’error estadístic dels càlculs efectuats	
Descripció	Quantes més dades genètiques es tinguin de cada població, el valor de l'error estàndard serà menor i per tant, els resultats que s'obtinguin seran de major de major qualitat.	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Alta	Curt	Puntual*
Responsables	El Museu de Ciències Naturals de Granollers	
Agents implicats	Investigadors del Museu de Ciències Naturals de Granollers, entitats col·laboradores i voluntaris.	
Beneficis esperats	L'augment de informació genètica de les quatre poblacions.	
Indicadors de seguiment	Un increment del nombre de mostres de pèl en 20 unitats per població.	
*Es realitzarà de forma puntual però necessitarà d'un continu seguiment per veure l'evolució dels individus o poblacions.		

Taula 8.5

Proposta de millora 4.

Proposta de millora		
<b>Línia estratègica</b>	Millorar la diversitat genètica de les poblacions de liró gris a la península	
<b>Acció</b>	Translocacions d'individus amb característiques genètiques diverses entre les diferents poblacions.	
<b>Objectiu</b>	Potenciar la heterozigositat d'individus i la riquesa al·lèlica de les poblacions.	
<b>Descripció</b>	Detectar els individus genèticament diversos i fer un estudi exhaustiu de la millor manera de fer translocacions d'èxit. D'aquesta manera s'aconseguirà reduir la probabilitat de donar-se consanguinitat al·lèlica i afavorirà a la preservació de l'espècie.	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Alta	Curt	Continuïtat
<b>Responsables</b>	Museu de Ciències Naturals de Granollers	
<b>Agents implicats</b>	Investigadors del Museu de Ciències Naturals de Granollers, entitats col·laboradores i voluntaris.	
<b>Beneficis esperats</b>	La restauració de l'estructura genètica de l'espècie i un augment de la seva variabilitat.	
<b>Indicadors de seguiment</b>	Recollida de mostres de pèl de les noves generacions	

Taula 8.6

Proposta de millora 5.

Proposta de millora		
Línia estratègica	Millorar la connectivitat entre poblacions de lirones grisos a la península ibèrica	
Acció	Crear corredors ecològics amb característiques favorables per al liró	
Objectiu	Millorar la interacció entre les diferents àrees de bosc caducifoli	
Descripció	La instal·lació de corredors ecològics comportarà la unió d'espais dels diversos hàbitats naturals del liró, facilitant la seva diversitat biològica i ecològica i permetent a l'espècie migrar i dispersar-se a altres llocs.	
Prioritat		Termini d'implantació
Mitjana		Llarga
		Període d'execució
		Continuïtat*
Responsables	Diputació dels llocs pertinent i els regidors dels Parcs Naturals	
Agents implicats	Tècnics i responsables de la Diputació i del Parc Natural i els responsables dels Ajuntaments.	
Beneficis esperats	Contrarestar a la fragmentació d'hàbitat	
Indicadors de seguiment	Instal·lació de càmeres de videovigilància sensorials, per detectar si es dona o no el desplaçament de les poblacions.	
* Serà important mantenir un seguiment.		

Taula 8.7

Proposta de millora 6.

Proposta de millora		
<b>Línia estratègica</b>	Igualar l'esforç de mostreig a les quatre poblacions d'estudi.	
<b>Acció</b>	Recollir les mostres genètiques de cada població amb la mateixa freqüència, durada de temps i superfície estudiada.	
<b>Objectiu</b>	Que els resultats representin millor les zones d'estudi.	
<b>Descripció</b>	Si per cada població s'extreuen les mostres amb la mateixa freqüència, durada de temps i superfície, farà que hi hagi una representació de la realitat de les poblacions	
<b>Prioritat</b>	<b>Termini d'implantació</b>	<b>Període d'execució</b>
Alta	Curt	Continuïtat
<b>Responsables</b>	Museu de Ciències Naturals de Granollers.	
<b>Agents implicats</b>	Investigadors del Museu de Ciències Naturals de Granollers, entitats col·laboradores i voluntaris	
<b>Beneficis esperats</b>	Obtenir una representació real de cada població	
<b>Indicadors de seguiment</b>	Assegurar-se i controlar de que es compleix el protocol establert per a la recol·lecció de les mostres.	

Taula 8.8

Proposta de millora 7.

Proposta de millora		
<b>Línia estratègica</b>	Canviar les polítiques de gestió forestal	
<b>Acció</b>	Manteniment de zones diverses amb presència de boscos madurs	
<b>Objectiu</b>	Preservar les cavitats naturals del liró gris	
<b>Descripció</b>	Evitar la tala bosc i sotabosc en zones d'hàbitat de lirones	
<b>Prioritat</b>	<b>Termini d'implantació</b>	<b>Període d'execució</b>
Alta	Curt	Continuïtat
<b>Responsables</b>	Les Diputacions i els Responsables dels Parcs Naturals	
<b>Agents implicats</b>	Tècnics, investigadors, i voluntaris de diferents centres de recerca.	
<b>Beneficis esperats</b>	Que s'aturi el retrocés dels boscos madurs i que es preservin les cavitats naturals que queden.	
<b>Indicadors de seguiment</b>	Fer fotografies de camp de manera trimestral a les zones amb presència de boscos madurs.	



Taula 8.9

Proposta de millora 8.

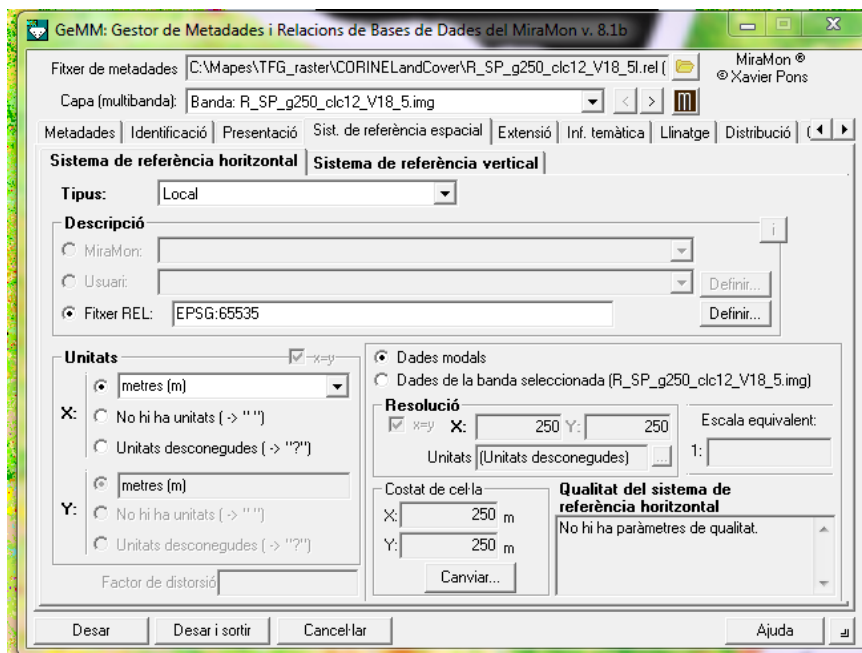
Proposta de millora		
<b>Línia estratègica</b>	Seguiment dels individus per radiofreqüència	
<b>Acció</b>	Instal·lar GPS de radiofreqüència als individus	
<b>Objectiu</b>	Seguiment de dispersió del liró	
<b>Descripció</b>	Per estimar el rang de distribució en què es mou l'espècie.	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Mitjana	Llarga	Continuïtat
<b>Responsables</b>	Museu de Ciències Naturals de Granollers	
<b>Agents implicats</b>	Investigadors del Museu de Ciències Naturals de Granollers, entitats col·laboradores i voluntaris	
<b>Beneficis esperats</b>	Detectar quin és el radi de distribució dels individus d'una població	
<b>Indicadors de seguiment</b>	Els registres obtinguts dels GPS.	

## 9. ANNEXOS

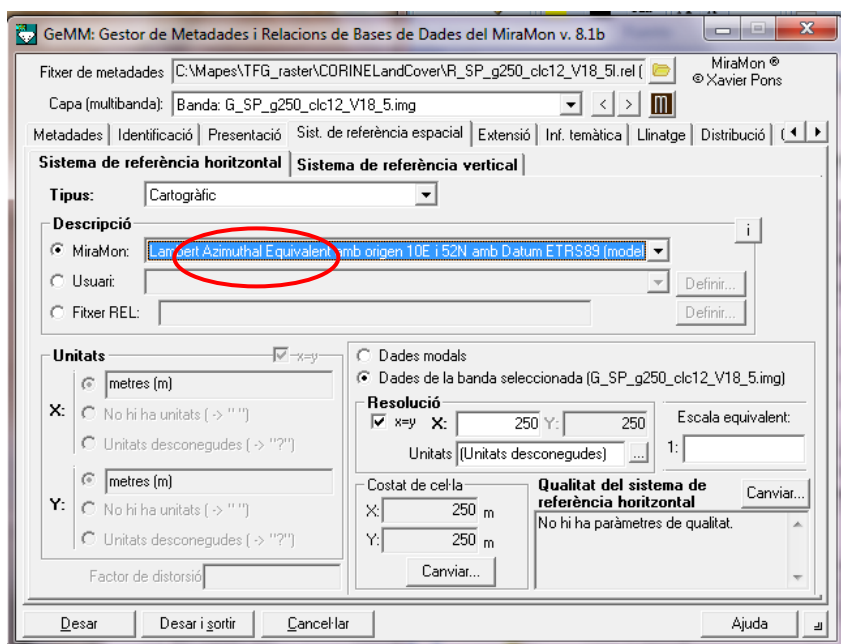
### 9.1. Metodologia de mapes

1. Descarregar de l'Institut d'Estudis Catalans el mapa MCSA (cobertes i usos del sòl d'Andorra 2000), format MMZ . Descomprimir amb MiraMon "Eines/Manteniment de fitxers/Compressió i descomp. de fitxers MMZ... : opció=descomprimir".
2. Descarregar CORINE Land Cover amb resolució espacial de 250m (any 2012), format (\*.tif<sub>REL</sub>).
3. Sistema de referència CORINE: ETRS89 / LAEA 1052. Sistema de referència MCSA: Cònica Conforme de Lambert per a la zona III pel sud de França i Andorra amb Datum NTF.
4. *\*Tots els processos esmentats d'aquí en endavant són realitzats amb el programa MiraMon si no s'especifica l'altra manera (ArcGIS, MiraDades, Google Maps, Google Earth).\**
5. Canviar sistema de referència de MCSA cap a Lambert Azimuthal Equivalent amb origen 10E i 52N amb Datum ETRS89 (model el·lipsoïdal). MiraMon: "Eines/Geometria/Canvi de projecció cartogràfica".
6. ArcGIS: retallar el fitxer (\*.tif<sub>REL</sub>) descarregat amb l'eina "Clip" de ràster "ArcToolbox /Data Management Tool/Raster/Raster processing /Clip: NO DATA = 255; Environments... /Raster Storage/Compression=NONE". L'objectiu d'aquest punt és passar d'un format (\*.tif<sub>REL</sub>) (comprimir) a un format (\*.tif) no comprimit perquè MiraMon pugui importar-lo.
7. "Fitxer/importar/TIFF,GeoTIFF ->IMG/Conversions de TIFF a IMG=4 RGB de 24bits". S'ha importat a fitxer Miramon per poder treballar amb la capa. Aquest procés crea tres fitxers (\*.img) (un per cada banda d'RGB), un fitxer (\*.rel) i una paleta.

8. Fer retall de la capa (\*.img). “Eines/organització espacial/retall de capes... : Retall d’una capa MiraMon; Especificar àmbit: X mín=2560250; X màx.=3887000; Y mín.=1882250; Y màx.=245200”.
9. Convertir el mapa MCSA (vectorial) a ràster. “Eines/conversió ràster-vector/rasterització de punts, línies polígons: com polígons: àmbit: X mín. = 3614250; X màx. = 3646000; Y mín. = 2186500; Y màx. = 2211500; costat del píxel = 250”. S'utilitza el costat de píxel 250 perquè el CORINE té una resolució espacial de 250m. S'ha rasteritzat únicament el camp de codi de coberta (taula 9.3) però a la capa MCSA vectorial hi ha la descripció de la coberta (taula 9.3). Per veure aquesta informació: “GeMM/Informació temàtica: fer clic a Cobertes.dbf, clicar sobre el camp NOM\_COBER i clicar a Mostrar el contingut de la taula”.
10. En obrir el ràster del MCSA, Miramon comunica que el CORINE no té aquesta mateixa projecció tot i que a la informació de descàrrega de la capa posa que és ETRS89 / LAEA 1052.
11. S'han de modificar les metadades del CORINE, que tot i que està en la projecció adequada, no consta a les metadades. Es fa el pas de les il·lustracions 9.1 i 9.2 perquè pugui utilitzar les dues capes amb la mateixa projecció:



Il·lustració 9.1. GeMM: Sistema de referència espacial predeterminat per la capa descarregada, no és correcte.



Il·lustració 9.2. GeMM: sistema de referència espacial modificat correctament amb la projecció del mapa. A "Descripció" el model és l'el·lipsoïdal però queda tallat en la imatge.

12. Ràster CORINE: "Eines/Processament d'imatges/Transformacions d'espai de color (24->8;HSI) – Conversió (RGB->IMG+PAL)". Aquest procés s'executa perquè el mapa mostra els colors en bandes RGB i així es crea una llegenda amb valors únics. Es crea una nova capa que redueix el nombre de colors de  $255^3 (=16581375)$  a 255. Quan redueix no agafa

els colors exactes, per tant, s'ha de mirar la taula per saber quina combinació de color és realment la de cada píxel (s'ha de mirar manualment), ja que utilitza les bandes RGB semblants (varia en poques unitats algun dels colors). Les úniques variacions consten a la taula 9.1, la resta de colors estan iguals que a la llegenda original (la proporcionada amb la descàrrega de la capa).

*Taula 9.1.*

*Variacions de colors llegenda CORINE*

Color bandes (RGB)	Color nou
227	230
242	239
204	202
168*	166*
128	125

*Variacions en les bandes RGB de les capes amb 24 bits (anterior) a la capa de 8bits (nova, amb valors únics). [\*]*

*només es dona en un valor de la llegenda.*

13. Ràster CORINE i MCSA: Quan ja es coneixen els valors únics els quals es refereixen als colors de les bandes RGB (veure taula 9.3) es fa una reclassificació segons el tipus d'hàbitat amb el "valor de reclassificació" de les taules 9.2 i 9.3. La llegenda resultant només tindrà 4 valors (hàbitats: favorable, transitable, semi-barrera i barrera).

*Taula 9.2*

*Característiques de la capa ràster CORINE*

Valor únic	Valor RGB	Descripció de la coberta	Tipus d'hàbitat	Valor de reclassificació
25	230-000-077	Continuous urban fabric	Barrera	3
16	255-000-000	Discontinuous urban fabric	Barrera	3
23	204-077-242	Industrial or comercial units	Barrera	3
33	204-000-000	Road and rail networks and associated land	Barrera	3
40	230-204-204	Port areas	Barrera	3
36	230-204-230	Airports	Barrera	3

26	166-000-204	Mineral extraction sites	Barrera	3
38	166-077-000	Dump sites	Barrera	3
31	255-077-255	Construction sites	Barrera	3
37	255-166-255	Green urban areas	Barrera	3
32	255-230-255	Sport and leisure facilities	Barrera	3
1	255-255-168	Non-irrigated arable land	Semi-barrera	4
12	255-255-000	Permanently irrigated land	Semi-barrera	4
24	230-230-000	Rice fields	Semi-barrera	4
15	230-128-000	Vineyards	Semi-barrera	4
18	242-166-077	Fruit trees and berry plantations	Transitable	2
17	230-166-000	Olive groves	Semi-barrera	4
13	230-230-077	Pastures	Semi-barrera	4
20	255-230-166	Annual crops associated with permanent crops	Semi-barrera	4
7	255-230-077	Complex cultivation patterns	Semi-barrera	4
10	230-204-077	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	Semi-barrera	4
14	242-204-166	Agro-forestry areas	Semi-barrera	4
2	128-255-000	Broad-leaved forest	Favorable	1
4	000-166-000	Coniferous forest	Transitable	2
11	077-255-000	Mixed forest	Favorable	1
6	204-242-077	Natural grasslands	Semi-barrera	4
9	166-255-128	Moors and heathland	Semi-barrera	4
5	166-230-077	Sclerophyllous vegetation	Transitable	2
8	166-242-000	Transitional Woodland-shrub	Semi-barrera	4
34	230-230-230	Beaches, dunes, sands	Barrera	3
21	204-204-204	Bare rocks	Semi-barrera	4
19	204-255-204	Sparsely vegetated areas	Semi-	4

			barrera	
0	000-000-000	Burnt areas	Semi-barrera	4
43	166-230-204	Glaciers and perpetual snow	Barrera	3
35	166-166-255	Inland marshes	Barrera	3
42	077-077-255	Peat bogs	Semi-barrera	4
29	204-204-255	Salt marshes	Barrera	3
39	230-230-255	Salines	Barrera	3
41	166-166-230	Intertidal flats	Barrera	3
27	000-204-242	Water courses	Barrera	3
22	128-242-230	Water bodies	Barrera	3
28	000-255-166	Coastal lagoons	Barrera	3
30	166-255-230	Estuaries	Barrera	3
3	230-242-255	Sea and ocean	Barrera	3
		NODATA		
		UNCLASSIFIED LAND SURFACE		
3	230-242-255	UNCLASSIFIED WATER BODIES	Barrera	3
		UNCLASSIFIED		

*Representa el valor únic després de la reclassificació, el valor RGB abans d'aquesta, el tipus de coberta del sol, el tipus d'hàbitat que li correspon amb la reclassificació i el codi de l'hàbitat.*

*Taula 9.3*

*Característiques de la capa ràster MCSA.*

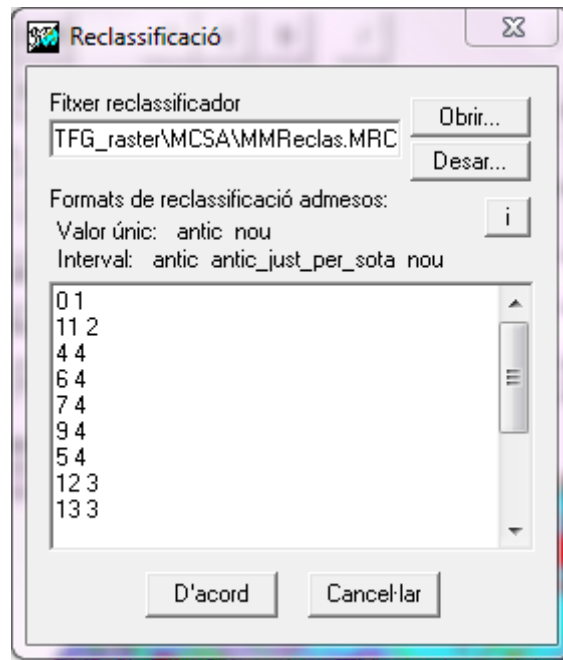
Valor únic	Codi de coberta	Descripció de la coberta	Tipus d'hàbitat	Valor de reclassificació
0	b	Arbrat dens	Favorable	1
11	v	Arbrat clar	Transitable	2
4	m	Matollars	Semi-barrera	4
6	p	Prats i herbassars	Semi-barrera	4
7	r	Roquissars	Semi-barrera	4
9	t	Tarteres	Semi-barrera	4
5	n	Zones nues	Semi-barrera	4
12	w	Aigües continentals	Barrera	3
13	y	Glaceres i neus permanents (no mapa)	Barrera	3
1	c	Conreus	Barrera	4
10	u	Zones urbanitzades	Barrera	3
3	k	Vies de comunicació	Barrera	3
8	s	Zones esportives i lúdiques	Barrera	3

---

*Representa el valor únic, el codi de coberta, el tipus de coberta del sol, el tipus d'hàbitat que li correspon amb la reclassificació i el codi de l'hàbitat.*

14. Al fer el pas 6 amb la capa CORINE, el NODATA queda amb el mateix valor RGB que les zones cremades, però és la única manera de fer-ho perquè sinó el fitxer de sortida no és (\*.tif). Per corregir aquest error, es retalla el ràster CORINE amb el mapa de límits administratius (països) d'Europa.
15. Descarregar el mapa de països d'Europa en format (\*.shp) i importar a format Miramon sense estructurar. "Fitxer/Importar/SHP(Shapefile ArcView ->PNT, ARC/NOD, POL... : opció= només importació".
16. El mapa països d'Europa té un sistema de referència Longitud-Latitud amb Datum WGS84. Es fa un canvi de projecció cap a Lambert Azimuthal Equivalent amb origen 10E i 52N amb Datum ETRS89 (model el·lipsoïdal). "Eines/Geometria/Canvi de projecció cartogràfica".
17. Ara que la capa dels països d'Europa està en la projecció correcta, es retalla el ràster CORINE amb ella. "Eines/Organització espacial/retall de capes: el fitxer a retallar és CORINE; especificar fitxer marc amb la capa d'Europa i dins d'aquesta aplicar la selecció amb: condició 1 =[camp=NAME; operador= (=); valor=Spain; operador lògic= (o)]; condició 2 =[camp= NAME; operador = (=); valor=France]".
18. Ara es fa una reclassificació per agrupar els tipus de cobertes en els 4 tipus d'hàbitats, tant amb el CORINE com el MCSA. "Eines/Calculadora/Reclassificadora de capes i camps: es prem el botó "Reclassifica..." i s'escriu el valor antic (valor únic a les taules 9.2 i 9.3), un espai i el nou valor (valor de reclassificació a les taules 9.2 i 9.3). Com a l'exemple de la il·lustració 9.3.





*Il·lustració 9.3. Format de reclassificació de la capa ràster CORINE.*

19. S'obren els dos ràsters (CORINE i MCSA) en una mateixa sessió de MiraMon. CORINE ha de quedar per sobre de MCSA. Es fa clic al botó "canviar ordre i propietats de les capes", es selecciona el ràster CORINE i es clica "visualització.../Avançades.../Assignació des de [Valor de la cel·la/píxel] a Valor: es busca el NODATA, que serà l'últim valor i se li assigna el transparent clicant el botó "..." sota "Símbol".
20. "Eines/Organització espacial(\*)/Mosaic de capes...: Botó "llista"= es crea un fitxer .txt amb el mapa reclassificat del CORINE i el reclassificat de MCSA". El fitxer de sortida s'anomena PENINSULA\_cobertes.img
21. S'obre, a una nova sessió del MiraMon, el mapa PENINSULA\_cobertes.img amb la paleta Ctematic.dbf de MiraMon.
22. Ara es canviarà el nom de cada camp de la llegenda de la capa ràster PENINSULA\_cobertes.img. "Gestor de Metadades (GeMM)/Inf. Temàtica : clicar amb el botó dret del ratolí a Banda 1/nou enllaç/Nou fitxer DBF. S'anomenarà PENINSULA\_cobertes.dbf. Obrir el nou DBF i clicar a la tecla f2 del teclat per començar

l'edició de la taula. Escriure favorable al número 1, transitable al 2, barrera al 3 i 4 semi-barrera. Es torna a clicar f2. "Clicar al títol del camp on posa Descripció de la banda "1"/Modificar l'estructura de la taula/Descriptor= tipus d'hàbitats; Nom= HABIT; tipus= CARÀCTER; Mida=15/Canviar". "Clic a Banda 1 i a l'apartat de Tractament, es canvia de Quantitatiu continu a Categòric. Desar i Sortir de GeMM". Es tanca i es torna a obrir el mapa perquè es vegi la modificació de les metadades.

23. Canviar els colors de la llegenda fent dos clics a sobre del color que es vol canviar canviar (veure mapa per colors). Es tanca MiraMon i surt una finestra que pregunta si es volen guardar els canvis de la paleta, es guarda la paleta amb el nom paleta\_peninsula.dbf.

24. Anant al document de (Freixas, 2017), clic a l'enllaç que porta al Google Maps on hi ha situades les poblacions. Una vegada situades, s'obre al GoogleEarth del PC, es fa zoom a la zona i s'apunten les coordenades en longitud-latitud (en graus, minuts i segons). Es passen aquestes coordenades a graus: "eines/radiometria d'imatges/Convertir Graus, Min, Seg a Graus/Rad...".

25. MiraDades: Es crea una nova DBF "Fitxer/Nou... : camp 1= [nom=POBLACIO; tipus=CARÀCTER; mida= 30]; camp 2= [nom=LONGITUD; tipus=NUMÈRIC; mida=15]; camp3=[nom=POBLACIO; tipus=NUMÈRIC; mida=15]". Per escriure i deixar d'escriure els registres es prem la tecla f2 o "Edició/Editar contingut dels camps". A POBLACIO s'escriu el nom del lloc de població (Invernadeiro (Galícia), Montseny, Montnegre, El Serrat (Andorra)), a LONGITUD i LATITUD les corresponent coordenades en graus.

26. Per crear una base de dades espacial de punts es va a "Fitxer /Obrir capa en base de dades espacial / Obrir punts en capa o base de dades espacial: Sistema de referència=Longitud-latitud amb Datum WGS84 (el mateix que el GoogleEarth); camp

coordenada X= LONGITUD; camp coordenada Y= LATITUD". La següent finestra demana la visualització dels punts, s'escull la POBLACIO.

27. Canviar el sistema de referència cap a Lambert Azimuthal Equivalent amb origen 10E i 52N amb Datum ETRS89 (model el·lipsoïdal). "Eines/Geometria/Canvi de projecció cartogràfica..."
28. Per acabar d'acotar la zona del mapa es realitza un retall amb "Eines/Organització espacial/retall de capes.../ retall d'una capa MiraMon/Especificar àmbit: X mín.=2842750; X màx.=3761750; Y mín. = 2073500; Y màx.=2355500.

## 9.2. Genètica

### 9.3. Freqüències al·lèliques

Taula 9.4

*Freqüències dels al·lèls de les quatre poblacions d'estudi*

locus	Montnegre		Montseny		Invernadeiro		El Serrat	
	al·lèls	freqüències	al·lèls	freqüències	al·lèls	freqüències	al·lèls	freqüències
plich02	187	0.38	187	0.38	191	1	191	0.94
	191	0.51	191	0.51			193	0.06
	193	0.11	193	0.11				
plich03	259	0.87	259	0.82	259	1	255	0.03
	261	0.13	261	0.18			257	0.11
							259	0.86
plich04	108	0.02	106	0.04	106	0.70	108	0.31
	110	0.97	108	0.27	110	0.08	110	0.61
	112	0.01	110	0.61	112	0.22	114	0.08
			112	0.03				
			114	0.06				
plich05	190	1	190	0.91	186	0.95	186	0.14
			192	0.08	190	0.05	190	0.86
plich07	205	0.87	203	0.01	205	1	203	0.06
	207	0.13	205	0.47			205	0.78
			207	0.35			207	0.17
			209	0.17				
plich08	164	0.4	164	0.01	168	1	168	1

	168	0.6	168	0.99				
plich09	186	1	176	0.10	186	0.62	164	0.09
			184	0.01	188	0.38	166	0.03
			186	0.89			180	0.03
							186	0.85
plich20	221	0.06	219	0.08	221	0.10	219	0.03
	225	0.66	221	0.02	223	0.32	225	0.38
	227	0.27	225	0.85	225	0.35	227	0.53
			227	0.05	227	0.22	229	0.06
plich23	248	0.82	246	0.24	248	1	248	0.80
	250	0.18	248	0.72			250	0.17
			250	0.04			252	0.03
plich24	275	0.12	275	0.05	275	0.08	267	0.08
	279	0.88	279	0.84	279	0.92	271	0.03
			283	0.11			279	0.89
plich26	168	0.01	168	0.06	170	1	170	0.94
	170	0.99	170	0.93			172	0.06
			172	0.01				
plich30	107	0.04	109	0.19	109	0.08	107	0.41
	109	0.01	111	0.70	111	0.92	109	0.09
	111	0.66	113	0.09			111	0.50
	113	0.29	115	0.01				
plich36	146	1	142	0.05	142	0.12	146	0.88
			144	0.04	146	0.47	148	0.06
			146	0.86	150	0.41	152	0.06
			148	0.02				
			150	0.04				
plich37	220	0.12	224	0.15	228	0.95	228	0.56
	221	0.07	225	0.05	229	0.05	229	0.44
	228	0.48	228	0.47				
	229	0.15	229	0.14				
	230	0.16	230	0.07				
	231	0.02	231	0.01				
	233	0.01	232	0.11				
			233	0.01				
plich47	137	0.02	135	0.03	135	0.05	139	0.25
	138	0.11	136	0.05	137	0.10	140	0.38
	139	0.32	137	0.16	138	0.02	141	0.12
	140	0.23	138	0.21	139	0.62	142	0.25
	141	0.22	139	0.24	140	0.10		
	142	0.11	140	0.14	141	0.10		
			141	0.09				
			142	0.06				
			145	0.02				

			146	0.01				
plich48	221	0.01	219	0.02	217	0.02	223	0.14
	223	0.20	221	0.08	225	0.65	225	0.04
	227	0.25	223	0.48	227	0.02	227	0.07
	229	0.01	225	0.11	229	0.02	229	0.21
	231	0.37	231	0.02	231	0.28	231	0.21
	235	0.09	235	0.14			237	0.32
	239	0.07	237	0.15				
plich49	244	0.18	232	0.04	244	0.03	240	0.36
	252	0.04	246	0.04	257	0.03	248	0.11
	253	0.17	247	0.01	260	0.05	249	0.04
	256	0.01	248	0.01	261	0.18	251	0.07
	257	0.06	249	0.01	264	0.05	253	0.21
	258	0.01	252	0.04	265	0.39	260	0.07
	261	0.02	253	0.13	269	0.24	261	0.04
	262	0.01	257	0.40	273	0.03	265	0.11
	264	0.06	258	0.06				
	265	0.36	261	0.06				
	268	0.02	265	0.11				
	269	0.07	269	0.07				
			273	0.01				
plich50	106	0.09	108	0.01	116	1	116	1
	112	0.02	116	0.98				
	116	0.89	118	0.02				

*La freqüència de cada tipus d'al·lel representada en tant per u per cada microsatèl·lit. El valor dels al·lels representen la seva longitud. Font: Ferrandiz-Rovira, M.*

#### 9.4. Test de probabilitat dels tests exactes de Hardy-Weinberg

A continuació es presenten les taules (taula 9.5 i taula 9.6) amb els resultats de la desviació de l'Equilibri Hardy-Weinberg per a les quatre poblacions d'estudi en funció de cada microsatèl·lit.

Taula 9.5

Desviació respecte l'Equilibri Hardy-Weinberg per cada microsatèl·lit de les poblacions

Montseny i Montnegre

Montseny			Montnegre		
locus	P-value	S.E.	locus	P-value	S,E,
23plich	0,1759	0,0027	23plich	0,9572	0,0012
24plich	0,2796	0,0038	24plich	1,0000	0,0000
30plich	0,4235	0,0112	30plich	0,0462	0,0037
36plich	0,0039	0,0012	36plich	-	
02plich	0,5382	0,0136	2plich	1,0000	0,0000
03plich	0,0035	0.0004	3plich	0,0000	0,0000
04plich	0,4311	0.0074	4plich	-	
05plich	0,2848	0.0099	5plich	0,7024	0,0051
07plich	0,2414	0.0108	7plich	1,0000	0,0000
08plich	0,1433	0.0050	8plich	1,0000	0,0000
09plich	0,0413	0.0039	9plich	-	
20plich	0,0085	0.0015	20plich	0,1305	0,0064
26plich	0,1191	0.0118	26plich	-	
37plich	0,0000	0.0000	37plich	0,0000	0,0000
47plich	0,0000	0.0000	47plich	0,0000	0,0000
48plich	0,5796	0.0246	48plich	0,0742	0,0083
49plich	0,0000	0.0000	49plich	0,0000	0,0000
50plich	1,0000	0.0000	50plich	0,0074	0,0008

El valor P-value representa la desviació de l'Equilibri Hardy-Weinberg.

El valor S.E. l'error estàndard de la desviació. El locus és el microsatèl·lit

objecte d'estudi. Pel resultat P-value (-) només hi ha dades d'un al·lel o

dos al·lells detectats però un d'ells present per únicament una còpia.

Resultats obtinguts amb el programa Genepop Web opció 1.3 a partir

de les dades amb font: Ferrandiz-Rovira, M.

Taula 9.6

Desviació respecte l'Equilibri Hardy-Weinberg per cada microsatèl·lit de les poblacions El Serrat

i Invernadeiro

El Serrat			Invernadeiro		
locus	P-value	S.E.	locus	P-value	S,E,
23plich	1,0000	0,0000	23plich	-	-
24plich	1,0000	0,0000	24plich	-	-
30plich	1,0000	0,0000	30plich	0,0955	0,0036
36plich	1,0000	0,0000	36plich	1,0000	0,0000
2plich	0,6334	0,0053	2plich	-	-
3plich	-	-	3plich	-	-
4plich	0,2817	0,0108	4plich	0,6452	0,0018
5plich	0,3452	0,0070	5plich	0,2324	0,0055
7plich	0,1870	0,0040	7plich	-	-
8plich	0,1642	0,0050	8plich	1,0000	0,0000
9plich	1,0000	0,0000	9plich	-	-
20plich	1,0000	0,0000	20plich	1,0000	0,0000
26plich	1,0000	0,0000	26plich	1,0000	0,0000
37plich	0,0000	0,0000	37plich	0,0266	0,0009
47plich	0,0000	0,0000	47plich	0,0008	0,0004
48plich	0,6359	0,0099	48plich	0,5886	0,0155
49plich	0,0470	0,0068	49plich	0,0306	0,0066
50plich	-	-	50plich	-	-

El valor P-value representa la desviació de l'Equilibri Hardy-Weinberg.

El valor S.E. l'error estàndard de la desviació. El locus és el microsatèl·lit

objecte d'estudi. Pel resultat P-value (-) només hi ha dades d'un al·lel o

dos al·lells detectats però un d'ells present per únicament una còpia.

Resultats obtinguts amb el programa Genepop Web opció 1. 3 a partir

de les dades amb font: Ferrandiz-Rovira, M.

## 9.5. Desequilibri de lligament

Taula 9.7

Tres classificacions de l'herència per parells de microsatèl·lits

P-value		
Alt	Mitjà	Baix
Montseny		
X24plichX03plich	X23plichX36plich	X23plichX24plich
X30plichX03plich	X24plichX36plich	X24plichX30plich
X36plichX03plich	X02plichX05plich	X30plichX36plich
X02plichX03plich	X23plichX05plich	X23plichX03plich
X03plichX04plich	X23plichX07plich	X24plichX05plich
X03plichX05plich	X30plichX07plich	X30plichX05plich
X03plichX07plich	X02plichX07plich	X04plichX05plich
X36plichX08plich	X04plichX07plich	X24plichX07plich
X36plichX05plich	X05plichX07plich	X36plichX07plich
X03plichX08plich	X23plichX08plich	X24plichX08plich
X24plichX09plich	X04plichX08plich	X30plichX08plich
X03plichX09plich	X23plichX09plich	X02plichX08plich
X05plichX20plich	X30plichX09plich	X07plichX08plich
X03plichX26plich	X36plichX09plich	X05plichX09plich
X07plichX26plich	X02plichX09plich	X08plichX09plich
X08plichX26plich	X04plichX09plich	X24plichX20plich
X05plichX37plich	X07plichX09plich	X07plichX20plich
X23plichX47plich	X30plichX20plich	X23plichX26plich
X20plichX47plich	X36plichX20plich	X24plichX26plich
X04plichX48plich	X02plichX20plich	X30plichX26plich
X03plichX49plich	X04plichX20plich	X36plichX26plich
X07plichX49plich	X08plichX20plich	X05plichX26plich
X09plichX49plich	X02plichX26plich	X23plichX37plich
X20plichX49plich	X04plichX26plich	X24plichX37plich
X26plichX49plich	X09plichX26plich	X30plichX37plich
X03plichX50plich	X03plichX37plich	X36plichX37plich
X04plichX50plich	X07plichX37plich	X26plichX37plich
X23plichX30plich	X08plichX37plich	X24plichX47plich
X04plichX50plich	X09plichX37plich	X30plichX47plich
X36plichX02plich	X20plichX37plich	X02plichX47plich
X02plichX04plich	X36plichX47plich	X08plichX47plich
X37plichX50plich	X09plichX47plich	X36plichX48plich
	X26plichX47plich	X02plichX48plich
	X23plichX48plich	X03plichX48plich
	X24plichX48plich	X08plichX48plich
	X26plichX48plich	X20plichX48plich
	X37plichX48plich	X02plichX49plich
	X47plichX48plich	X04plichX49plich
	X04plichX48plich	X05plichX49plich



X09plichX48plich	X37plichX49plich
X23plichX49plich	X24plichX50plich
X47plichX49plich	X30plichX50plich
X48plichX49plich	X02plichX50plich
X23plichX50plich	X05plichX50plich
X36plichX50plich	X30plichX48plich
X07plichX50plich	X23plichX02plich
X08plichX50plich	X24plichX02plich
X26plichX50plich	X23plichX02plich
X47plichX50plich	X05plichX08plich
X09plichX50plich	X03plichX20plich
X20plichX50plich	X09plichX20plich
X48plichX50plich	X04plichX37plich
	X03plichX47plich
	X07plichX47plich
	X07plichX48plich
	X24plichX49plich
	X30plichX49plich
	X36plichX49plich

Montnegre		
X30plichX03plich	X23plichX30plich	X03plichX07plich
X30plichX05plich	X24plichX30plich	X05plichX07plich
X24plichX07plich	X02plichX05plich	X30plichX09plich
X24plichX08plich	X23plichX07plich	X24plichX37plich
X24plichX30plich	X02plichX07plich	X05plichX37plich
X30plichX02plich	X24plichX02plich	X08plichX37plich
X23plichX03plich	X24plichX03plich	X09plichX47plich
X24plichX05plich	X03plichX08plich	X30plichX48plich
X05plichX08plich	X07plichX08plich	X05plichX48plich
X02plichX09plich	X23plichX20plich	X09plichX48plich
X03plichX09plich	X24plichX20plich	X23plichX49plich
X05plichX09plich	X05plichX20plich	X02plichX49plich
X07plichX09plich	X07plichX20plich	X08plichX49plich
X08plichX09plich	X23plichX37plich	X09plichX49plich
X08plichX20plich	X30plichX37plich	X24plichX49plich
X07plichX37plich	X03plichX37plich	X37plichX49plich
X24plichX47plich	X30plichX47plich	X20plichX47plich
X23plichX48plich	X02plichX47plich	X37plichX48plich
X24plichX48plich	X03plichX47plich	X47plichX49plich
X02plichX48plich	X30plichX49plich	X03plichX50plich
X03plichX48plich	X03plichX49plich	X05plichX50plich
X24plichX50plich	X05plichX49plich	X08plichX50plich
X30plichX50plich	X07plichX49plich	X47plichX50plich
X02plichX50plich	X20plichX49plich	X20plichX50plich
X09plichX50plich	X48plichX49plich	X07plichX50plich
X37plichX50plich	X23plichX50plich	X36plichX04plich
X02plichX03plich	X48plichX50plich	X23plichX05plich
X30plichX04plich	X49plichX50plich	X03plichX05plich

X30plichX08plich	X09plichX20plich	X30plichX07plich
X24plichX09plich	X02plichX20plich	X23plichX20plich
X09plichX37plich	X23plichX08plich	X03plichX20plich
X23plichX47plich	X23plichX24plich	X05plichX26plich
X07plichX47plich	X23plichX09plich	
	X20plichX48plich	
	X02plichX37plich	
	X08plichX47plich	
	X07plichX48plich	

El Serrat		
X23plichX02plich	X23plichX30plich	X24plichX02plich
X30plichX05plich	X24plichX30plich	X30plichX02plich
X36plichX08plich	X23plichX36plich	X23plichX05plich
X36plichX02plich	X24plichX36plich	X30plichX07plich
X02plichX04plich	X23plichX04plich	X24plichX08plich
X24plichX05plich	X24plichX04plich	X30plichX08plich
X23plichX09plich	X36plichX05plich	X36plichX26plich
X24plichX09plich	X02plichX05plich	X20plichX26plich
X02plichX09plich	X04plichX05plich	X05plichX37plich
X04plichX09plich	X02plichX07plich	X08plichX37plich
X08plichX09plich	X05plichX07plich	X24plichX47plich
X23plichX20plich	X04plichX08plich	X09plichX47plich
X02plichX20plich	X30plichX09plich	X37plichX47plich
X08plichX20plich	X36plichX09plich	X05plichX48plich
X09plichX20plich	X07plichX09plich	X07plichX48plich
X04plichX26plich	X04plichX20plich	X37plichX48plich
X05plichX26plich	X23plichX26plich	X47plichX48plich
X08plichX26plich	X30plichX37plich	X47plichX49plich
X09plichX26plich	X04plichX37plich	X05plichX20plich
X24plichX26plich	X07plichX37plich	X02plichX26plich
X07plichX26plich	X09plichX37plich	X23plichX37plich
X36plichX37plich	X20plichX37plich	X24plichX37plich
X02plichX37plich	X02plichX47plich	X36plichX20plich
X26plichX37plich	X04plichX47plich	X36plichX47plich
X23plichX47plich	X05plichX47plich	X36plichX48plich
X30plichX47plich	X07plichX47plich	
X08plichX47plich	X20plichX47plich	
X26plichX47plich	X23plichX48plich	
X24plichX48plich	X30plichX48plich	
X26plichX48plich	X02plichX48plich	
X09plichX48plich	X04plichX48plich	
X24plichX49plich	X23plichX49plich	
X30plichX49plich	X02plichX49plich	
X36plichX49plich	X09plichX49plich	
X07plichX49plich	X37plichX49plich	
X04plichX49plich	X23plichX24plich	
X08plichX49plich	X24plichX36plich	
X48plichX49plich	X23plichX04plich	

X05plichX09plich	X24plichX04plich X30plichX04plich X36plichX04plich X36plichX07plich X24plichX07plich X24plichX20plich X07plichX20plich X30plichX26plich X20plichX49plich
------------------	--

Invernadeiro		
X36plichX08plich	X30plichX04plich	X30plichX05plich
X30plichX20plich	X36plichX05plich	X30plichX08plich
X36plichX20plich	X05plichX08plich	X04plichX20plich
X04plichX26plich	X05plichX20plich	X08plichX26plich
X36plichX26plich	X08plichX20plich	X04plichX48plich
X30plichX37plich	X30plichX26plich	X05plichX48plich
X04plichX37plich	X20plichX26plich	X08plichX48plich
X05plichX37plich	X30plichX47plich	X48plichX49plich
X08plichX37plich	X04plichX47plich	X30plichX20plich
X20plichX37plich	X05plichX47plich	X08plichX49plich
X36plichX37plich	X08plichX47plich	X36plichX20plich
X26plichX47plich	X36plichX48plich	X08plichX04plich
X37plichX47plich	X05plichX49plich	X04plichX08plich
X30plichX48plich	X36plichX49plich	
X26plichX48plich	X04plichX49plich	
X37plichX48plich	X20plichX49plich	
	X26plichX49plich	
	X47plichX49plich	
	X30plichX36plich	
	X04plichX05plich	
	X20plichX47plich	
	X20plichX48plich	
	X47plichX48plich	
	X30plichX49plich	
	X20plichX48plich	
	X47plichX48plich	
	X30plichX49plich	

*Classificació de les combinacions de microsatèl·lits de cada*

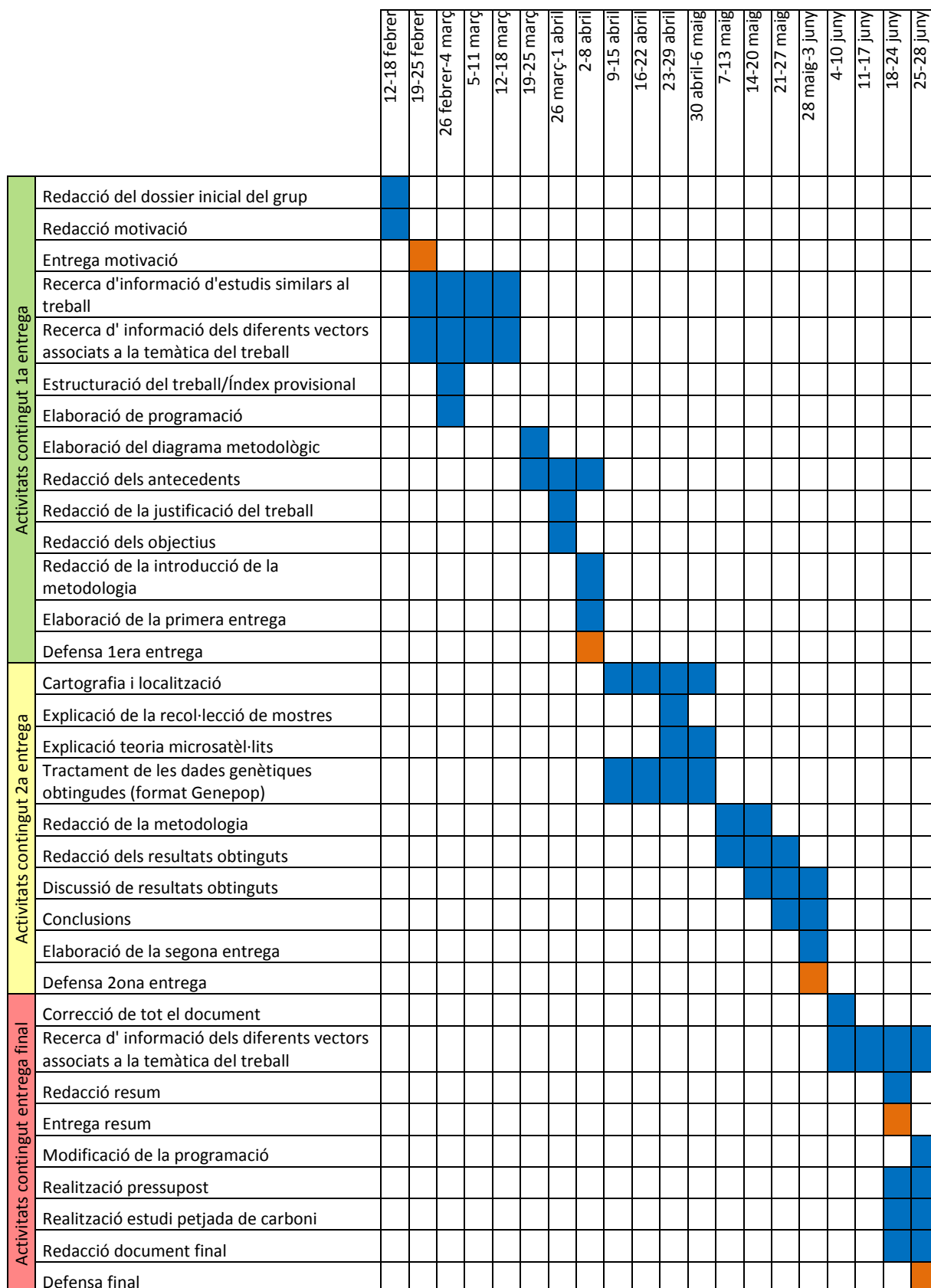
*població a partir dels valors p-Value. Les classificacions en*

*tres categories segons l'interval; alt [0.7, 1], mitjà [0.3,0.7) i,*

*baix [0,0.3).*

*Taula 9.8*

*Cronograma de Gannt.*



Aquest cronograma anterior (taula 9.8) mostra el seguit d'activitats que s'ha fet durant el semestre per l'elaboració del projecte.

### 9.7. Pressupost

Aquest és el pressupost (taula 9.9) calculat per a realitzar aquest treball exhaustiu, desglossat en diferents categories.

Taula 9.9

Pressupost del projecte

Costos Directes			Cost
Categoria	Concepte	Descripció	
Recursos Humans	Hores realització memòria escrita.	<b>Personal:</b> 2 investigadors, 19 hores/setmana, 20 setmanes treballades. Salari= 30€/h.	22800€
Viatges i desplaçaments	Viatges de tutories i seminaris.	<b>Tren Barcelona - UAB:</b> 1 persona. 56 viatges (còmput total anada i tornada). Preu 1 viatge (amb tiquet t-10 de 2 zones) = 2.01€/viatge.	112.56€
		<b>Tren Sabadell –UAB:</b> 1 persona. 56 viatges (còmput total anada i tornada). Preu 1 viatge (amb tiquet t-10 d’1 zona) = 1.02€.	57.12€
	Total		169.68€
Material fungible	Bolígrafs	3 unitats. Preu unitat = 0.80€.	2.40€
	Impressions	<b>Bibliografia:</b> 383 pàgines. Preu unitat= 0.05€.	19.15€
		<b>Memòria:</b> 2 còpies a color de 127 pàgines. Preu = 0.15€/pàg.	38.10€
	CDs	2 CDs. Preu unitari= 1.23€.	2.46€
	Total		62.11€
Material amortitzat	Ordinadors portàtils	Toshiba Satellite L50-A-1DL (preu 850€). Vida útil = 10 anys. Amortització projecte = 1/3 d’any (4 mesos)	28.33€
		HP G61 (preu 500€). Vida útil = 10 anys. Amortització projecte = 1/3 d’any (4 mesos)	16.67€
	Total		45.00€
Total costos directes			23076.79€
Costos indirectes (20% dels costos directes)			4615.36€
Suma costos directes i indirectes			27692.15€
I.V.A. (21%)			5815.35€
COST FINAL DEL PRESSUPOST			33507.50€

## 9.8. Petjada de carboni del projecte

S'ha considerat indispensable realitzar un estudi dels impactes de la realització d'aquest treball, així doncs, s'ha fet un càlcul de la petjada de carboni per totes les accions realitzades (taula 9.10). Es desglossa el càlcul en diverses categories. Les equivalències han estat recollides de la web de l'Oficina del Canvi Climàtic (Generalitat de Catalunya, 2018).

Taula 9.10

Càlcul de la petjada de carboni del projecte

Categoria		Descripció	Emissions
Personal	Energia consumida	<b>Ordinador portàtil:</b> Mitjana de consum de 65 W per PC, utilització de 2 PCs. Mitja de 19 h/setmana/PC, amb un total de 20 setmanes. Equivalent de petjada de carboni = 267 g CO <sub>2</sub> /kWh.	13.19 kg CO <sub>2</sub> equivalent.
		<b>Il·luminació:</b> Mitjana de consum de 250 W per habitació, una habitació per persona (total= 2 hab.), 8 h/setmana durant 20 setmanes. Equivalent de petjada de carboni = 267 g CO <sub>2</sub> /kWh.	21.36 kg CO <sub>2</sub> equivalent.
	Total		34.55 kg CO <sub>2</sub> equivalent.
Material	Impressions	<b>Memòria:</b> 2 còpies de 127 pàgines. Equivalent de petjada de carboni = 3.88 g CO <sub>2</sub> /pàg.	0.99 kg CO <sub>2</sub> equivalent.
		<b>Bibliografia:</b> 383 pàg. Equivalent de petjada de carboni = 3.88 g CO <sub>2</sub> /pàg.	1.49 kg CO <sub>2</sub> equivalent.
	CDs	2 CDs. Equivalent de petjada de carboni = 620 g CO <sub>2</sub> /CD.	1.24 kg CO <sub>2</sub> equivalent.
	Total		3.72 kg CO <sub>2</sub> equivalent.
Transport	Tren	<b>Barcelona – UAB:</b> 1 persona. Recorregut aproximat de 12.2 km, 56 viatges (només un sentit). Equivalent de petjada de carboni = 29.43 g CO <sub>2</sub> /(persona·km)	20.11 kg CO <sub>2</sub> equivalent.
		<b>Sabadell – UAB:</b> 1 persona. Recorregut aproximat de 6.7 km, 56 viatges (còmput total anada i tornada). Equivalent de petjada de carboni= 29.43g CO <sub>2</sub> /(persona·km)	11.04 kg CO <sub>2</sub> equivalent.
	Total		31.15 kg CO <sub>2</sub> equivalent.
Petjada total de carboni			69.42 kg CO <sub>2</sub> equivalent.

## 10.BIBLIOGRAFIA

1. Abdul-Muneer, P. (2014). *Application of microsatellite markers in conservation genetics and fisheries management: recent advances in population structure analysis and conservation strategies*. Genetics research international
2. Adamik, P. i Kral, M. (2008). *Nest losses of cavity nesting birds caused by dormice (Gliridae, Rodentia)*. Bialowieza, Poland: Acta Theriologica 53, pp 185-192.
3. Amaddeo, D., Cardeti, G. & Autorino, G.L. (1995). Isolation of encephalomyocarditis virus from dormice (*Myoxus glis*) in Italy. *Journal of Wildlife Diseases* 31: 238- 242.
4. Amori, G., Hutterer, R., Frystufek, B., Yigit, N., Mitsain, G., Muñoz, L., Meining, H., Juskaitis, R. (2008) *Glis glis*. The UICN Red List of Threatened Species. Recuperat de <http://www.iucnredlist.org/details/39316/0>
5. Apicio. (1987) *Cocina Romana* (Traduït Pastor, B). Madrid: Coloquio.
6. Ardanza, J. Retegui, J. (1996). Decreto 167/1996, de 9 de julio, por el que se regula el  
Heath, M. i Olsen, P. (2015). *Los mensajeros: lo que nos dicen las aves sobre las amenazas del cambio climático, y las soluciones para la naturaleza y las personas*. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE. UU.: BirdLife International y National Audubon Society, pp.19.
7. Ardanza, J. Retegui, J. (1996). Decreto 167/1996, de 9 de julio, por el que se regula el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora, Silvestre y Marina. Vitoria-Gasteiz: Boletín Oficial del País Vasco.
8. Bas, A. (1984). *Polsji lov na Slovenskem [Caça del liró a Eslovènia]*. Traditiones 10-12, 35-37.

9. Barrett, R. i Schluter, D. (2008). *Adaptation from standing genetic variation*. Vancouver, Canada: Trends in Ecology & Evolution v. 23 (1), pp. 38-44.
10. Bateson, W. (1894). *Materials for the Study of Variation Treated With Especial Regard to Discontinuity in the Origin of Species*. London, UK: Macmillan.
11. Bichet, C., Sauzet, S., Averty, L., Dupont, P., Ferrandiz-Rovira, M., Ferrari, C., Figueroa, I., Tafani, M., Rézouki, C., López, B. and Cohas, A. (2016). Multiple geographic origins and high genetic differentiation of the Alpine marmots reintroduced in the Pyrenees. *Conservation Genetics*, 17(5), pp.1157-1169.
12. Bieber, C. (1995). Dispersal behaviour of the edible dormouse (*Myoxus glis* L.) in a fragmented landscape in central Germany. *Hystrix*, (n.s)6(1-2), 1994, pp 257-263.
13. Bolós, O. (1983). *La vegetació del Montseny*. Barcelona: Servei de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona.
14. Botanical-online S.L. (2018) *Invasión de las casas por animales salvajes*. Recuperat de [https://www.botanical-online.com/animales/invasion\\_casas\\_animales\\_salvajes.htm](https://www.botanical-online.com/animales/invasion_casas_animales_salvajes.htm).
15. Breed, M. i Sanchez, L. (2010) *Both Environment and Genetic Makeup Influence Behavior*. Nature Education Knowledge 3 (10): 68.
16. Burgess, M. (2015). *Risk Assessment Summary for Edible Dormouse (*Glis glis*)*. Recuperat de [www.nonnativespecies.org/downloadDocument.cfm?id=1378](http://www.nonnativespecies.org/downloadDocument.cfm?id=1378).
17. Cabrera, A., (1908). *On Muscardinidae from the Iberian peninsula, Annals of Natural History*. 1,8: 188-193.
18. Camprodon, J. (2003) *Estructura dels boscos i gestió forestal al nord-est ibèric: efecte sobre la composició, abundància i conservació dels ocells*. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, pp. 294.



19. Carballal, R., Paz Bermúdez, G. i López de Silanes, M. (2006). *El Macizo Central oreense (LIC, Lugar de Importancia Comunitaria) área de especial importancia para la conservación de la flora líquénica en Galicia*. Nova Acta Científica Compostelana (Biología), 15: 27-36
20. Carrington, D. (2017). *Earth's sixth mass extinction event under way, scientists warn*. The Guardian. Recuperat de <https://www.theguardian.com/environment/2017/jul/10/earths-sixth-mass-extinction-event-already-underway-scientists-warn>
21. Castián, E. (2007). *Glis glis* (Linnaeus, 1766). Ficha Libro Rojo. Pp: 388-390. En: L. J. Palomo, J. Gisbert y J. C. Blanco (eds). *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad -SECEM-SECEMU, Madrid.
22. Castián, E. i Gosálbez, J., (1992). *Distribución de micromamíferos (Insectivora y Rodentia) en Navarra*. Misc. Zool., 17: 249-261.
23. Castroviejo, S. (1977). *Estudio sobre la vegetación de la Sierra de Invernadeiro (Orense)*. Minist. Agric. ICONA: 1-102. Madrid
24. Castroviejo, J., J. Garzón, F. Palacios i Castroviejo, S. (1974). *Sobre el Lirón gris (Glis glis pyrenaicus Cabrera, 1908) en España*. Doñana, Acta Vertebrata, 1 (1): 121-142.
25. Castroviejo, S. (1977). *Estudio sobre la vegetación de la Sierra de Invernadeiro (Orense)*. Minist. Agric. ICONA: 1-102. Madrid.
26. Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora, Silvestre y Marina. Vitoria-Gasteiz: Boletín Oficial del País Vasco.
27. Cattán, P. (2000). *Ecología y enfermedades infecciosas emergentes*. Santiago de Chile, Chile: Monografías de Medicina Veterinaria, Vol.20(1). Recuperat de

[https://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon\\_vet\\_completa/0,1421,SCID%253D8949%2526ISID%253D442,00.html](https://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon_vet_completa/0,1421,SCID%253D8949%2526ISID%253D442,00.html)

28. Cisneros, M. i Cuñat, V. (2016). *Patrimonio olvidado, patrimonio recuperado*. Santander: Editorial de la Universidad de Cantabria, D.L. pp 89-91.
29. Corbet, G. i Harris, S. (1991). *The Handbook of British mammals*. Oxford, UK: Mammal Society.
30. Cros, R.M. (1985). *Flora briològica del Montnegre*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans.
31. Dabert, M., Jarmolowski, A., Jurczyszyn, M. (2009). New polymorphic microsatellite loci developed and characterized from edible dormouse (*Glis glis*). *Conservation Genetics*, 10(6), pp.2029-2031.
32. Dabert, M., Sobczynska, U., Abramowski, D., Konjevic, D., Margaletic, J. I Jurczyszyn, M. (2012). New fourteen highly polymorphic STR markers developed and characterized from edible dormouse(*Glis glis*). *Conservation Genetics Resources*, 5(2), pp.429-431.
33. Darwin, C. R. (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London, UK: John Murray.
34. Davy, A., Noble, S. i Oliver, R. (1990). *Genetic variation and adaptation to flooding in plants*. *Aquatic Botany* v. 38 (1), pp. 91-108.
35. DeSalle, R. i Amato, G. (2004). *The expansion of conservation genetics*. *Nature Reviews Genetics* 5, 702-712.
36. de Vries, H. (1909). *The mutation theory: experiments and observations on the origin of species in the vegetable kingdom. Vol. I. The origin of species by mutation* (Traductors: Farmer, J. i Darbishire, A.). Chicago (IL), USA: Open Court Publishing Company

37. Es.climate-data.org. (2018). *Clima el Serrat: Temperatura, Climograma y Tabla climàtica para el Serrata – Climate – Data.org* [online] Disponible a: <https://es.climate-data.org/location/113719/> [Accedido 4 Apr. 2018]
38. Fahring, L. (2003). *Effects of habitat fragmentation on biodiversity*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics v. 34: 487-515.
39. Ferrandiz-Rovira, M., Freixas, L., Torre, I., Míguez, S., Arrizabalaga, A. (2016). Male-biased litter sex ratio in the southernmost Iberian population of edible dormouse: a strategy against isolation?. *Animal Biology*.
40. Fisher, R. (1930). *The genetical theory of natural selection*. Oxford, UK: Clarendon Press.  
Robinson, S., Simmons, L., Kennington, W. (2013). *Estimating relatedness and inbreeding using molecular markers and pedigrees: the effect of demographic history*. Crawley, Australia: Molecular Ecology.
41. Foley, J., DeFries, R., Asner, G., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S., Chapin F., Coe, M., Daily, G., Gibbs, H., Helkowski, J., Holloway, T., Howard, E., Kucharik, C., Monfreda, C., Patz, J., Prentice, I., Ramankutty, N. i Snyder, P. (2005). *Global consequences of land use*. Science v. 309 (5734), pp. 570-574.
42. Fontdevila, A i Moya, A. (1999). *Introducción a la genética de poblaciones*. Madrid: Síntesis.
43. Frankham, R., Ballou, J., Ralls, K., Eldrige, M., Dudash, M., Fenster, C., Lacy, R. i Sunnucks, P. (2017). *Population fragmentation causes inadequate gene flow and increases extinction risk*. Oxford Scholarship Online.
44. Frankham, R., Ballou, J. I Briscoe, D. (2004). *A primer of conservation genetics*. New York, NY: Cambridge University Press.

45. Freixas, L., Arrizabalaga, A., Torre, I. (2011). *Seguiment de les poblacions de Liró Gris (Glis glis) a l'Espai Natural de les Guàrdies-Savassona (2011)*. Granollers. Barcelona: Museu de Granollers - Ciències Naturals.
46. Freixas, L., Pertierra, D., Torre, I., Arrizabalaga, A. (2011). *Seguimiento de las poblaciones de lirón gris (Glis glis) en el NE de la Península Ibérica. Galemys, 23 (nº especial): 105-111.*
47. Freixas, L. (2008). " *Els lirons grisos (Glis glis) del Montnegre: un valor natural a conservar*". Revista Aulet, nº 16, 25-31.
48. Freixas, L., Torre, I., Arrizabalaga, A. (2012). Darrers resultats del seguiment de les poblacions de liró gris (*Glis glis*) al Montnegre i el Corredor. Primera citació de depredació de l'espècie per mostela (*Mustela nivalis*)\*. *II Monografies de la Serralada Litoral Central – VI Monografies del Parc del Montnegre i Corredor*, pp. 170-177.
49. Freixas, L., Torre, I., Arrizabalaga, A. (2016). Protocol pel seguiment del liró gris (*Glis glis*) mitjançant caixes niu. Museu de Ciències Naturals de Granollers, Inèdit.
50. Freixas, L. (2017). Estudi de les poblacions de liró gris (*Glis glis*) més meridionals de la Península Ibèrica: evidències de poblacions estressades? Beques i ajuts del programa de Recerca i Conservació del Zoo de Barcelona, 9a edició 2017, pp 12. Inèdit
51. Freixas, L., Torre, I., Baquedano, L., Torrent, N., Camprodon, J., Arrizabalaga, A. (2010). Dades sobre el seguiment del liró gris (*Glis glis*) al Montseny. Primers enregistraments d'activitat nocturna. *VII Trobada d'Estudiosos del Parc del Montseny*, pp. 0-0.
52. Freixas, L., Torre, I., Tudor, A., Fornós, E. i Arrizabalaga, A. (2010). *Seguiment de les poblacions de Liró Gris (Glis glis) a Andorra (2010)*. Granollers: Museu de Granollers. (Ciències Naturals). Recuperat de: Institut d'Estudis Andorrans, [http://www.iea.ad/index.php?option=com\\_content&view=article&id=284&Itemid=136](http://www.iea.ad/index.php?option=com_content&view=article&id=284&Itemid=136)

53. Galton, F. (1889). *Natural Inheritance*. London, UK: Macmillan.
54. Generalitat de Catalunya (s.d.). *Com calcular emissions de GEH*. Recuperat l'any 2018 de [http://canviclimatic.gencat.cat/ca/reduueix\\_emissions/com-calculer-emissions-de-geh/](http://canviclimatic.gencat.cat/ca/reduueix_emissions/com-calculer-emissions-de-geh/)
55. González. E. (2003) Microsatelites: sus aplicaciones en la conservación de la biodiversidad. *Graellsia*,59 (2-3),pp377-388.
56. Gosálbez, J. i Castién, E. (1997). *Abundancia y reproducción de Glis glis (Linnaeus, 1766) (Rodentia, Gliridae) en el Pirineo Occidental*. Doñana Acta Vertebrata, 24 (1-2): 91-102.
57. Grupo de animales. (2007) *¿Cómo se cuidan los lirones?*. Recuperat de [http://grupos.emagister.com/debate/\\_como\\_se\\_cuidan\\_los\\_lirones\\_/7123-611381](http://grupos.emagister.com/debate/_como_se_cuidan_los_lirones_/7123-611381)
58. Heath, M. i Olsen, P. (2015). *Los mensajeros: lo que nos dicen las aves sobre las amenazas del cambio climático, y las soluciones para la naturaleza y las personas*. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE. UU.: BirdLife International y National Audubon Society, pp.19.
59. Hause, R., Stark, A., Antao, N., Gorsic, L., Chung, S., Brown, C., Wong, S., Gill, D., Myers, J., To, L., White, K., Dolan, M. i Jones, R. (2014). *Identification and validation of genetic variants that influence transcription factor and cell signaling protein levels*. American journal of human genetics 95(2): 194-208.
60. Herdegen, M., Radwan, J, Sobczynska, U., Dabert, M., Konjevic, D., Schlichter, J. I Jurczynsyn, M. (2015). Population structure of edible dormouse in Poland: the role of habitat fragmentation and implications for conservation. *Journal of Zoology*, 298(3), pp.217-224.
61. Hofman, M. (2007). *The effect of genetic diversity on evolutionary potential: local adaptation in the natterjack toad Bufalo calamita in Sweden*. Sweden: Uppsala University.

62. Hürner H, Martin JF, Ibas AR, Arrizabalaga A, Michaux JR (2009) Isolation, characterization and PCR multiplexing of polymorphic microsatellite markers in the edible dormouse, *Glis glis*. *Mol Ecol Resour*.
63. Inside Ecology. (2017). *Invasive non-native Species (UK) – Edible dormouse*. Recuperat de <https://insideecology.com/2017/10/25/invasive-non-native-species-uk-edible-dormouse/>
64. *Invenadeiro* (s.d). Madrid: España fascinante. Recuperat de: <https://espanafascinante.com/contacto/>
65. Jackson, J. (1994). The edible or fat dormouse (*Glis glis*) in Britain. *Quarterly Journal of Forestry* 88: 119-125.
66. Jones, R. (2015). *House Guests: A Natural History of Animals in the Home*. London, GB: Bloomsbury.
67. Jones-Walters, L. M. (1991) *The edible dormouse*. In CORBET, G.B. & HARRIS, S. (eds): *The Handbook of British Mammals*. Blackwell, Oxford, 264–267 pp.
68. Jurczyszyn, M. (2006). *The use of space by translocated edible dormice, Glis glis (L.), at the site of their original capture and the site of their release: Radio-tracking method applied in a reintroduction experiment*. *Polish Journal of Ecology*.
69. Jurczyszyn, M. (1995). *Population density of Myoxus glis in some forest biotopes*. *Hystrix*, 6: 265-272.
70. Kang, S., Parnaik, B., Park, S., Hwang, H., Chung, J., Sang, M., Min, H., Park, J., Seong, J., Jo, Y., Noh, M., Lee, J., Junk, K., Park, H., Han, Y., Lee, J. i Lee, Y. (2018). *Transcriptome analysis of the threatened snail Ellobium chinese reveals candidate genes for adaptation and identifies SSRs for conservation genetics*. *Genes & genomics* 40 (4): 333-347.

71. Koppmann-Rumpf, B., Herberger, C., i Schmidt, K.-H.(2003). *Long term study of the reaction of the Edible dormouse Glis glis (Rodentia:Gliridae) to climatic changes and its interactions with hole-breeding passerines*. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 49: pp 69-76.
72. Koprivnik, I., (1886). *Polh [Liró]*. Popotnik 7, 311-314.
73. Kryštufek, B. (2010). Glis glis (Rodentia: Gliridae). [online] University of Primorska, Science and Research Centre of Koper, Institute for Biodiversity Studies, Garibaldijska 1, SI-6000 Koper, Slovenia;; Boris Kryštufek. Available at: <http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1644/865.1> [Accessed 5 Apr. 2018].
74. Kryštufek, B., (1991). *Sesalci Slovenije [Mamífers d'Eslovènia]*. Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana.
75. Kryštufek, B. (1999). *Glis glis (Linnaeus, 1766)*. En Mitchell-Jones, A. J. y otros (eds.). The atlas of european mammals: 295-295. T & AD Poyser Ltd, Londres.
76. Kryštufek, B. & Haberl, W. (2001). Dormouse associations in Slovenia – a new approach to an old tradition. Trakya University Journal of Scientific Research Series B 2: 171-177.
77. Kumar, P. (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Ecological and Economic Foundations*. London, UK: EarthScan, cap. 2.
78. Lomolino, M. V., B. R. Riddle y J. H. Brown (2006). Biogeography. Third edition. Sinauer. Sunderland, Massachusetts. 845 pp.
79. Long, J. (2003). *Introduced Mammals of the World: Their History, Distribution and Influence*. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing, pp. 214-2015
80. Los lirones. (2017). Recuperat de <http://casaruralvalledemena.es/wp1/index.php/2017/03/27/los-ninos-se-divierten-en-casa-rural-los-lirones/>

81. Lucnredlist.org. (2018). *Glis glis (Edible Dormouse, Fat Dormouse)*. [online] Disponible a: <http://www.iucnredlist.org/details/39316/0> [Accessed 5 Apr. 2018].
82. Luque, J. y Herráez, A. (2001). *Biología Molecular e Ingeniería Genética: Conceptos, Técnicas y Aplicaciones en Ciencia de la Salud*. Harcourt, Madrid.
83. Marí, M., Guinart, D. i Vicens, N. (2009). *Guia de Flora: bàsica*. Diputació de Barcelona, Serveis de Parc Natural del Montseny.
84. Martin, D. (2010) *Edible dormouse that Romans enjoyed as delicacy is named as Britain's nº1 pest*. Recuperat de <http://www.dailymail.co.uk/news/article-1263513/Edible-dormouse-introduced-Britain-Romans-named-No-1-pest.html>
85. Matuschka, F-R., Eiffert, H., Ohlenbusch, A. & Spielman, A. (1994). Amplifying Role of Edible Dormice in Lyme Disease Transmission in Central Europe. *The Journal of Infectious Diseases* 170: 122-127.
86. Marchant, J. i Park, T. (2016). *Edible dormouse (Glis glis)*. Recuperat de <http://www.nonnativespecies.org/factsheet/downloadFactsheet.cfm?speciesId=1618>
87. Masseti M. (2012). *Atlas of terrestrial mammals of the Ionians and Aegean islands*. Götyingen, Germany: DEG
88. Melbourne, B. i Hastings, A. (2008). *Extinction risk depends strongly on factors contributing to stochasticity*. *Nature* 454, 100-103.
89. Mendel, G. (1865). *Experiments in Plant Hybridization*. Brünn, Alemania: Brünn Natural History Society.
90. Mendiola, I. (1985) *Estudio del ciclo reproductor de Glis glis (Linnaeus, 1766) en el País Vasco*. Cuadernos de Sección. Ciencias Naturales (2). pp. 97-109. ISSN 0212-4173
91. Mlakar, L. (1977): *Tradicija strojenja polsjih kozic in izdelava polhovk v Lozu. [La tradició de curtir gambetes i la producció de pollastre rostit]*- *Notranjski listi* 1, 238-240.



92. Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, D.C.: Island Press, pp. 4, 39-48.
93. Mitchell-Jones, J. et al (1999) *The Atlas of European Mammals*. London, UK: Academic Press, pp. 294-295
94. Montecchio, L., Scattolin, L., De Battisti, R. (2010). *Dormouse injuries predispose beech to infection by Neonectria ditissima*. EBSCOhost. Recuperat de <http://web.ebscohost.com.ezproxy.uwsp.edu/ehost/pdfviewer?sid=f04b5bbd-7fc6-491c-9083-2ff2b3952002%40sessionmgr11&vid=2&hid=24>
95. Montilla, J. i Baltasar, F. (2008). *Decreto legislativo 2/2008, de 15 de abril, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de protección de animales*. Barcelona, Catalunya: DOGC.
96. Morris, P. (1997). *The Edible Dormouse (Glis glis)*. The Mammal Society, London.
97. Morris, P. & Morris, M. (2011). A long-term study of the Edible Dormouse in Britain. *British Wildlife* 22: 153-161.
98. Morris, P. i Hoodless, A. (1992). Movements and hibernaculum site in the fat dormouse (*Glis glis*). *Journal of Zoology* 228: pp. 685-687.
99. Morris, P. i Morris, M. (2010). *A 13-year study of the Edible Dormouse Glis glis in Britain*. *Acta Theriologica* 55: 279-288
100. Morris, P. (2004) *Dormice. A tale of two species*. Whittet Books: p. 144.
101. Montserrat, P. (1989). *Flora de la cordillera litoral catalana: porción comprendida entre los ríos Besós i Tordera*. Barcelona: Caixa d'Estalvis Laietana.
102. Moska, M., Jakubiec, J., Wierzbicki, H., Strzała, T. and Kozyra, K. (2016). Low genetic variability of the edible dormouse (*Glis glis*) in Stolowe Mountains National Park (Poland)—preliminary results. *Mammal Research*, 61(4), pp.409-415.

103. Myers, P. i Poor, A. (2012). *Gliridae: dormice and hazel mice*. Animal Diversity Web. Recuperat de <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Gliridae.html#dbc1c3d5d909d93a8ec634ab6a53e88>.
104. Naeem, S., Bunker, D., Hector, A., Loreau, M. i Perrings, C. (2009). *Biodiversity, Ecosystem Functioning, and Human Wellbeing: An Ecological and Economic Perspective*. Oxford, UK: Oxford University Press, cap. 1.
105. Nores, C., i García-Rovés, P. (2007). *Glis glis (Linnaeus, 1766)*. Ficha libro rojo. Pp: 454 - 457. En: Segura, A. (ed). *Libro rojo de la fauna del Principado de Asturias*. Dirección General de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Asturias, España.
106. Novo, N., Álvarez, P., Bris, B i Rojo, A. (s.d). *Criterios empleados en la Planificación del Parque Natural de O Invernadeiro (Ourense) mediante sistemas de información geográfica*. Lugo: Escola Politécnica Superior., Campus Universitario de Lugo, pp: 1-2.
107. Nowak (1994). *Walker's Mammals of the World*. 6th ed. The John Hopkins Press, Baltimore.
108. Paül, V. (2016). *O Invernadeiro: de monte de pinos de repoblación forestal a Parque Natural*, pp 457-470.
109. Palomo L. J., Vargas, J. M. i Jiménez-Gómez, M. P. (1994). *Distribution patterns in Iberian Peninsula rodents*. Polish ecological studies, 20 (3-4): 497-502.
110. Panareda, J. i Boccio, M. (2014). *Els estatges de la població del Montseny*. La revista del Montseny el segle XXI. [En línia]. Recuperat de: [http://www.dumalis.cat/my\\_xxi\\_2a.html](http://www.dumalis.cat/my_xxi_2a.html). [Consulta: 19 de juny de 2018]
111. Persic, M. (1998) *Dormouse hunting as part of Slovene national identity*. Zagreb, Croàcia: Natura Croatica, Vol. 7, No. 3, pp 199-211.

112. Pérez, J. (2013). *Macizo del Gorgeia: lirón gris, trampas de pelo y pastores*. Recuperat de <http://macizodelgorbea.blogspot.com/2013/02/liron-gris-trampas-de-pelo-y-pastores.html>.
113. Pérez-Losada, M., Guerra, A. i Sanjuan, A. (1996). *Allozyme electrophoretic technique and phylogenetic relationships in three species of Sepia (Cephalopoda: Sepiidae)*. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology v. 114 (1), pp. 11-18.
114. Petronio.(1482). *El Satiricón*. Recuperat de [http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/articles-106207\\_Archivo.pdf](http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/articles-106207_Archivo.pdf)
115. *Plantes i animals del nostre entorn: Els roures*. (2018). Recuperat de: <http://www.xtec.cat/~fturmo/d108/arbres/roure.htm>.
116. Platt, F. & Rowe, J. (1964). Damage by the Edible dormouse (*Glis glis*) at Wendover Forest (Chilterns). Quarterly Journal of Forestry 58: 228-233.
117. Prieto, S. (2009). *O Invernadeiro, el santuario de la fauna gallega*. La región. Recuperat de: <http://www.laregion.es/articulo/monterrei/invernadeiro-santuario-fauna-gallega/20090212093534076980.html> En: Los paisajes agrarios de España. Caracterización, evolución y tipificación. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Universidad de Santiago de Compostera, España.
118. Properzi S., Antonelli D., Capizzi D., Carpanetto G.M., Riga F. (2003). Home range and activity pattern of the edible dormouse (*Glis glis*) in central Italy. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 49: 166.
119. *Protegint la fauna*. (2012). Diari d'Andorra. Recuperat de: [https://www.diariandorra.ad/noticies/reportatges/2012/05/06/protegint\\_fauna\\_9800\\_1134.html](https://www.diariandorra.ad/noticies/reportatges/2012/05/06/protegint_fauna_9800_1134.html)

120. Prosenc, K., Avsic-Zupanc, T., Trilar, T., Petrovec, M. & Poljak, M. (1997). The fat dormouse *Myoxus glis* as a natural host of medically important microorganisms. *Natura Croatica* 6: 253-262
121. Piqueras, S., Boada, M. i Rodoreda, G. (2008). *Vilardell i Sant Martí de Montnegre: el bosc mediterrani dens i les perxades de castanyer*. Sant Celoni: Ajuntament de Sant Celoni.
122. Pulgar, I. (2004). *Guia de la flora del Parque Natural Montes de Invernadeiro*. Consellería de Medio Ambiente. Galicia: Xunta de Galicia.
123. Pucek, Z. and Jurczyszyn, M. (2001). *Fat Dormouse. Polish Red Data Book of Animals. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa*. En Glowacinski, Z. (eds.): 79-81.
124. Ruf T., Fietz, J., Schlund, W. i Bierber, C. (2006). *High survival in poor years: life history tactics adapted to mast seeding in the Edible dormouse*. *Ecology* 87: 372-381
125. Suler, P. (1985). *Lovska zakonodaja [Llei de caça]*. Lovska zveza Slovenije. Ljubljana.
126. Sumrada, A. (1977). *O polhih in polharstvu v Loski dolini [Sobre lirones a la vall de Loska]*. *Notranjski listi* 1, 230-237.
127. Smith S., Booy O., Wade M. i White V. (2014) *Edible Dormouse: Species Description*. GB: Non-native species secretariat (NNSS).
128. Sánchez, A. (2013). *De aperitivo, lirones con miel*. Recuperat de <http://abemus-incena.blogspot.com/2013/08/de-aperitivo-lirones-conmiel-en-general.html>
129. Santini, L. (1978) *Biology, Damage and Control of the Edible Dormouse (Glis glis L.) in Central Italy*. *Proceedings of the 8th Vertebrate Pest Conference*: 78-84
130. Strachan, T. y Read, A. (2004). *Genética Humana*, 3ª ed. Mc Graw Hilll , México.

131. Shaffer, H., Gidis, M., McCartney-Melstad, E., Neal, K., Oyamaguchi, H., Tellez, M., i Toffelmier, E. (2015). *Conservation genetics and genomics of amphibians and reptiles*. Annual review of animal biosciences 3, 113-38.
132. Storch, G. (1978). *Glis glis* (Linnaeus, 1766) – Siebenschläfer. En Niethammer, J. B. y Krapp, F. (Eds.) *Handbuch der Säugetiere Europas I (I)*. 243-258. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
133. Torre, I., Freixas, L., Arrizabalaga, A. (2009). “Pla de seguiment del liró gris (*Glis glis*) a Andorra”. La revista del CENMA 2n semestre, nº4: 14-21.
134. Terencio, M. i Tirado, D. (1945) *Obras completas de Marco Terencio Varrón. De las cosas del campo*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma, pp. 15.
135. Townsend, S. i Jamieson, I. (2013) *Molecular and pedigree measures of relatedness provide similar estimates of inbreeding depression in a bottlenecked population*. Dunedin, New Zealand: Journal of Evolutionary Biology.
136. Temple, R. & Morris, P. (1997). The Edible dormouse in Britain. *British Wildlife* 8: 349-355.
137. Turk, N., Milas, Z., Margaletic, J., Turk, R., Barbic, L., Konjevic, D., Peric, S., Stritof, Z. & Staresina, V. (2008). The role of fat dormouse (*Glis glis* L.) as reservoir host for spirochete *Borrelia burgdorferi* sensu lato in the region of Gorski Kotar, Croatia. *European Journal of Wildlife Research* 54: 117-121.
138. The Irish Times. (1999). *Ever eat a Dormouse?*. Recuperat de <https://www.irishtimes.com/opinion/ever-eat-a-dormouse-1.188262>
139. Thompson, H. (1953). *Edible Dormouse (Glis glis L.) in England, 1902-1951*. *Journal of Zoology*, pp. 1023.

140. Tilman, D., Clark, M., Williams, D., Kimmel, K., Polasky, S. i Packer, C. (2017). *Future threats to biodiversity and pathways to their prevention*. Nature 546, 73-81.
141. Toffelmier, E. (2015). *Conservation genetics and genomics of amphibians and reptiles*. Annual review of animal biosciences 3, 113-38.
142. Técnicas y Aplicaciones en Ciencia de la Salud. Harcourt, Madrid.
143. Terradas, J. (1984). *Introducció a l'ecologia del faig del Montseny*. Diputació de Barcelona, servei de Parcs Naturals.
144. Vila, M. (2017). *Conveni de no aprofitament forestal per protegir una roureda de la carena del Parc del Montnegre i el Corredor*. Barcelona, Catalunya: Diputació de Barcelona. Recuperat de: <https://parcs.diba.cat/web/conservacio-de-la-biodiversitat/-/accions-control-i-millora-de-l-estat-hidrologic-en-epoca-de-sequera-de-les-rieres-amb-peixos-del-parc-del-montnegre-i-el-corred-1>
145. *Vegetació Parc Natural del Montseny (s.d)*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Recuperat [En línia]. Recuperat de: <https://parcs.diba.cat/web/montseny/flora-i-vegetacio>. [Consulta: 19 de juny de 2018]
146. Vilar, L., Font, J. i Sáez, L. (1995). *Informe sobre l'estat i evolució de les zones de Reserva Natural Qualificada, hàbitats i espècies protegides de flora en el Parc Natural del Montseny. El Montseny i el futur*. Ecoauditoria (1977-1995). Diputació de Barcelona, Servei de Parcs Naturals
147. Vilar, L., Gesti, J., Campos, M. i Font, J. (2002). *Cartografia de la vegetació de les reserves naturals qualificades del Puig i Sant Marçal (Parc Natural del Montseny)*. Barcelona: Unitat de Biologia Vegetal. Universitat de Girona, pp: 16-17.

- 148.Vilar, L., Font, J., Gesti, J. i Mercadal, G. (2004). *Interpretació del medi físic i natural del parc natural del Montseny. Flora i vegetació*. Departament de Ciències Ambientals. Universitat de Girona, pp 6-9.
- 149.Worschech, K. (2012). Dispersal movements of edible dormice *Glis glis* between small woods in a fragmented landscape in Thuringia (Germany). *Peckiana*, volume 8, 2012, pp 173-179.
- 150.Wilz, M. i Heldmaier, G. (2000). *Comparasion of hibernation, estivation and daily torpor in the edible dormouse, Glis glis*
- 151.Young, A., Boyle, T. i Brown, T. (1996). *The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants*. *Trends in Ecology & Evolution* v. 11 (10), pp. 413-418.
- 152.Yadav, A., Gahlot, K., Gahlot, G., Asraf, M. i Tadav, M. (2015). *Microsatellite DNA typing for assessment of genetic variability in Marwari breed of Indian goat*. *Veterinary World* 8 (7), 848-854.
- 153.Zeuner, F. (1963). *A History of Domesticated Animals*. New York, USA: Harper & Row, pp. 322.
- 154.[Mapa de cobertes i usos del sòl d'Andorra]. (2000). Institut d'Estudis Andorrans. Recuperat de <http://www.iea.ad/images/stories/Sigma/MCSA/Sencer/MCSA.mmz>
- 155.[Mapa de cobertes del sòl d'Europa](2012). Corine Land Cover. Copernicus. Recuperat de <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>
- 156.[Mapa de països d'Europa](2015)Europe Shapefiles (\*.shp). Efraín Porto Tapiquén Geografía, SIG y Estudios Ambientales. Recuperat el 10 de maig 2018 de <https://tapiquen-sig.jimdo.com/english-version/free-downloads/europe/>